

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

530828

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005年2月17日 (17.02.2005)

PCT

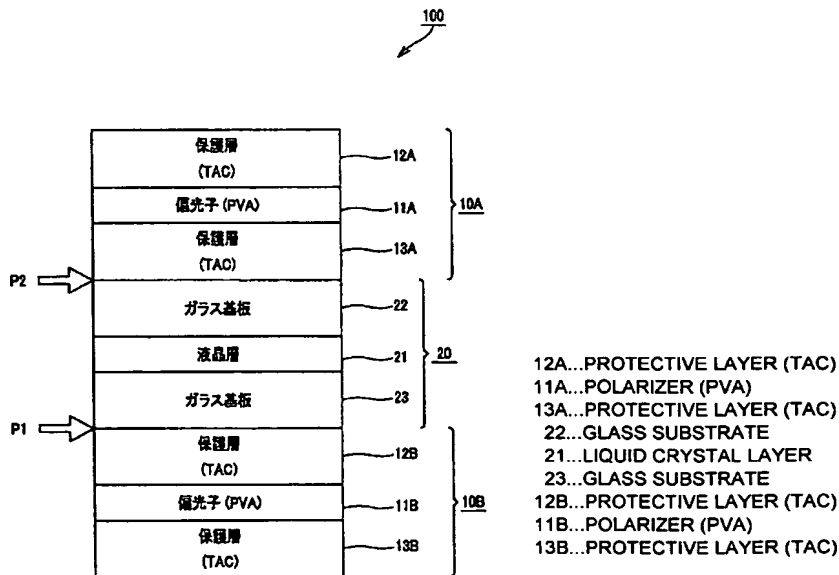
(10) 国際公開番号
WO 2005/015297 A1

- (51) 国際特許分類: G02F 1/13363, G02B 5/30
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/011489
- (22) 国際出願日: 2004年8月10日 (10.08.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-291859 2003年8月11日 (11.08.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (73) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 谷野 友哉 (YANO, Tomoya) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 古川 徳昌 (FURUKAWA, Norimasa) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 村山 裕 (MURAYAMA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 小池 晃, 外 (KOIKE, Akira et al.); 〒1000011 東京都千代田区千代田一丁目1番7号 大和生命ビル 11階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,

[続葉有]

(54) Title: LIQUID CRYSTAL DISPLAY

(54) 発明の名称: 液晶表示装置



(57) Abstract: When polarizing plates (10A, 10B) comprising a protective layer having a negative phase difference are employed, a phase difference plate optimized in accordance with the negative phase difference is inserted at a position P1 between a liquid crystal plate (20) and the exit-side polarizing plate (10B) and/or a position P2 between the entrance-side polarizing plate (10A) and the liquid crystal plate (20), thus reducing missing of black-level light in the orientation of 45°. Optical compensation for improving the view angle in black display is thereby effected in an in-plane-switching-mode liquid crystal display.

(57) 要約: 負の位相差を持つ保護層で構成される偏光板 (10A), (10B) を用いる場合にその負の位相差値に合わせて最適化した位相差板を液晶板 (20) と出射側偏光板 (10B) との間の位置 P1 又は入射側偏光板 (10A) と液晶板 (20) との間の位置 P2 あるいは両方に挿入することにより、45°方位の黒

[続葉有]



DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

液晶表示装置

技術分野

- [0001] 本発明は、直交する一対の偏光子とそれを保護する保護層からなる偏光板とその間に一方の偏光板吸収軸方位と平行に配向された液晶層を持つ液晶表示装置に関する。

本出願は、日本国において2003年8月11日に出願された日本特許出願番号2003-291859を基礎として優先権を主張するものであり、この出願は参照することにより、本出願に援用される。

背景技術

- [0002] 液晶表示装置は、低電圧、低消費電力でICと直結でき、表示機能が多様で且つ軽量化、小型化が容易であるなど多くの特長を有することから、ワードプロセッサやパーソナルコンピュータなどのOA機器やテレビジョン、カーナビゲーションモニタや航空機コックピット用モニタなど、種々の表示手段として広く普及している。

液晶表示装置には液晶の配向の変化を可視化させるために、偏光板が用いられている。偏光板は、通常、偏光子に透明保護膜(TAC)を積層して構成されている。偏光子は入射光を互いに直交する2つの偏光成分に分け、その一方(振動方向が偏光子の透過軸と平行な成分)のみを通過させ、他の成分(振動方向が偏光子の吸収軸と平行な成分)を吸収又は分散する光学素子である。

透過型の液晶表示装置は、液晶セルをその厚さ方向の両側から偏光板で挟んで構成される。両側の偏光子は互いの透過軸を直交させて配置されるのが一般的である。透過軸を直交させた一対の偏光子を直交偏光子と言う。一般に、偏光子の特性には視角依存性があり、偏光子に対して斜め方向から光が入射すると透過軸の方向が変化する。したがって、垂直入射光に対して2枚の偏光子を各々の透過軸が互いに直交するように重ね合わせても、斜め入射光に対しては交差角度が直角からずれてしまい、第1の偏光子を通過した偏光は第2の偏光子の透過軸と平行な方向の成分を有し、この成分が第2の偏光子2を通過して漏光を生じる。

このような偏光子の視角依存性は、液晶表示装置の画面の明るさ、コントラスト、色合いなどを良好に視認できる視角範囲(視野角)を狭くする原因となる。視野角の広い液晶表示装置を実現するには、偏光子の視角依存性を軽減して漏光のほとんど生じない視角範囲(視野角)を広くした偏光板、すなわち広視野角偏光板の開発が必須であり、これまでに、いくつかのものが提案されている。

例えば、特開2001-350022号公報には、偏光子の視角依存性を軽減して視角範囲(視野角)を広くした液晶表示装置を実現するために、偏光子の光学補償に2軸性位相差板を用いることが記述されている。

ところで、基板に平行な電界により液晶分子を動作させるいわゆるインプレーンスイッチングモードの液晶表示装置は、広い視角において画像階調反転、色変化がなくCRTに置き換わる画像表示装置として有望である。

しかしながら、インプレーンスイッチングモードの液晶表示装置においても、黒表示レベルの視野角、特に表示装置を構成する一対の偏光板偏光軸から45°の方位の視角において光抜けが起こり、コントラスト低下を招いていた。

また、偏光板は所定方向の光を透過させる偏光子に保護層を積層して形成されるが、その保護層は、保護材料としてTAC等を用い、偏光子を両側から挟み込むように積層されるのが一般的である。したがって、偏光子を通過した入射光は、偏光子と液晶セル間に介在する保護層を通過して、液晶層に至ることになる。

図1は黒表示レベルの視野角特性を示している。ここで、下側偏光板(バックライト側)吸収軸90°、上側偏光板吸収軸0°、液晶配向方位角90°(下側基板上配向方位90°方向に開く方向)、基板プレチルト角2°に設定してある。液晶層の光路長差 Δn_{LC} は275nm(波長550nm)に設定してある。偏光板を形成している保護層材料はTACで基板に垂直な方向に光軸を持つ1軸性の位相差板として機能している。下側偏光板、上側偏光板について、その偏光子と液晶層の間に介在する各々の保護層基板の光路長 Δn_{TACO} は50nmである。図中a-eは入射光に対する漏れ光の比率が、同じ図中の欄に掲載した値となる等高線を示し、45°方向の光抜けが大きいことがわかる。

図2は視角Pola(仰角)70°で方位角Azimを15°、30°、45°、60°、75°の

場合の黒レベル分光透過率を示し、図3は視角Pola(仰角)70°で方位角Azimが345°、330°、315°、300°、285°の場合の黒レベル分光透過率を示している。ここで、方位角Azimは向かって右方向からの視角を0°として反時計周りの角度で示している。

偏光板偏光軸から45°の方位からの視角(45°、135°、225°、315°)で透過率が高く、黄色味を帯びた分光透過率となっているため、表示品位を低下させている。

そして、上記特許文献1には、偏光子の光学補償に2軸性位相差板を用いることが開示されているが、偏光板の偏光子と液晶層の間に負の位相差を有する保護層が介在する場合については述べられておらず、さらに、保護層が介在し、且つ、インプレーンスイッチングモードの液晶層を用いた場合についても述べられていない。したがって、上記特許文献1野開示技術を用いても、この表示品位を低下させる問題を解消し、視角依存性を補償することが困難であった。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0003] そこで、本発明は、上述の如き従来の実情に鑑み、直交する一対の偏光子とそれを保護する保護層からなる一対の偏光板の間に、一方の偏光板吸収軸方位と平行に配向された液晶層を持つ液晶表示装置、例えば基板に平行な電界により液晶分子を動作させるいわゆるインプレーンスイッチングモードの液晶表示装置において、特に負の位相差を持つ保護層が偏光子と液晶板の間に介在する構成の偏光板を用いる場合に、黒表示における視野角を改善するための光学補償を行い、その負の位相差値に合わせて最適化した位相差板の構成を提案することを目的とする。

第1の観点による本発明の液晶表示装置は、それぞれ偏光子に保護層を積層してなり透過軸が互いに直交する一対の偏光板の間に、一方の偏光板吸収軸方位と液晶分子が平行に配向された液晶層を持つ液晶板を挟持した構造の液晶表示装置であって、上記一対の偏光板の保護層は、少なくとも上記液晶層の側に積層され、厚さ方向に光軸を持ちその厚さ方向と直交する面内には概ね等方的な1軸性の位相差板であって、厚さ方向の屈折率が面内の方向の屈折率より小さい負の位相差板とし

ての特性を示し、上記液晶板と各偏光板との間の少なく一方に、視角方向に角度をなす入射光に対する上記保護層による視野角依存性を補償する2軸性の位相差板が配置されていることを特徴とする。

さらに、本発明の液晶表示装置は、上記構成に加え、位相差板がその厚さ方法と直交する面内の屈折率が異なり、その面内に最大の屈折率 n_x を示す方位を有する2軸性位相差板であり、屈折率 n_x を示す方位と面内にて直交する方位の屈折率を n_y として、その屈折率の $(n_x - n_y)$ と位相差板の厚さの積を位相差板の面内光路長差とし、保護層における厚さ方向の屈折率と面内の方向の屈折率との差及び上記保護層の厚さの積を保護層の光路長差としたとき、可視光領域の所定の波長において、位相差板の面内光路長差が保護層の光路長差及び波長の値に基づき、視角方向に角度をなす入射光に対する視野角依存性を補償するように設定されていることを特徴とする。

また、第2の観点による本発明の液晶表示装置は、偏光子の透過軸が互いに直交する一対の偏光板の間に、一方の偏光板吸収軸方位と液晶分子が平行に配向された液晶層を持つ液晶板を挟持した構造の液晶表示装置であって、一対の偏光板には、その各々の上記液晶層の側に、負の位相差を有する1軸性の位相差板としての特性を示す同じ厚さの一対の保護層が積層され、液晶板と各偏光板との間双方に第1の位相差板及び第2の位相差板を各々配置してなり、第1の位相差板は、その光路長差が液晶層を光が通過する前の偏光状態になるように設定され、第2の位相差板は、その厚さ方向と直交する面内の屈折率が異なり、その面内に最大の屈折率 n_x を示す方位を有する2軸性位相差板であり、屈折率 n_x を示す方位と直交する方位における屈折率を n_y として、その屈折率の差 $(n_x - n_y)$ と位相差板の厚さの積として規定される位相差板の面内光路長差が概ね $\lambda/2$ となるように設定され、第1及び第2の位相差板により、一対の保護層を通過した光の偏光状態の変化を光学補償することを特徴とする。

第1の位相差板により液晶層を光が通過する前の偏光状態とされ、面内光路長差が概ね $\lambda/2$ となる第2の位相差板により光の偏光状態を 180° 変化させ、同じ厚さの一対の保護層の互いの偏光状態を相殺することにより視野角によらず黒レベルを

良好に保つことができる。

さらに、第1の位相差板は、所定の光路長差を有する2軸位相差板又は正の1軸位相差板により構成することが好適である。

本発明の更に他の目的、本発明によって得られる具体的な利点は、以下に説明される実施の形態の説明から一層明らかにされる。

図面の簡単な説明

- [0004] [図1]図1は、従来の液晶表示装置の黒表示レベルの視野角特性を示す図である。
- [図2]図2は、従来の液晶表示装置において、視角Pola(仰角)70° で方位角Azimを15°、30°、45°、60°、75° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。
- [図3]図3は、従来の液晶表示装置において、視角Pola(仰角)70° で方位角Azimを345°、330°、315°、300°、285° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。
- [図4]図4は、本発明が適用される液晶表示装置の要部構成を示す模式的な端面図である。
- [図5]図5は、上記液晶表示装置における偏光板軸角度を示す図であり、図5Aは正面から見た場合の偏光板軸角度を示し、図5Bは斜めから見た場合の偏光板軸角度を示している。
- [図6]図6は、上記液晶表示装置において、45° 方位に入射した光の各部材通過後の偏光状態をポアンカレ球表示で示した図であり、図6Aは入射側偏光板の偏光子を通過後の偏光状態を示し、図6Bは入射側偏光板の保護層を通過後の偏光状態を示し、図6Cは液晶板のIPS液晶層を通過後の偏光状態を示し、図6Dは出射側偏光板の保護層を通過後の偏光状態を示している。
- [図7]図7は、上記液晶表示装置において、45° 方位での入射偏光軸ズレ量と偏光板保護層の位相差の入射角依存性を示した図である。
- [図8]図8は、本発明に係る液晶表示装置の要部構成例を示す模式的な端面図である。
- [図9]図9は、図8に示した構成の液晶表示装置において、45° 方位に入射した光の各部材通過後の偏光状態をポアンカレ球表示で示した図であり、図9Aは入射側偏

光板の偏光子を通過後の偏光状態を示し、図9Bは入射側偏光板の保護層を通過後の偏光状態を示し、図9Cは液晶板のIPS液晶層を通過後の偏光状態を示し、図9Dは2軸位相差板を通過後の偏光状態を示し、図9Eは出射側偏光板の保護層を通過後の偏光状態を示している。

[図10]図10は、上記液晶表示装置における2軸位相差板の最適 $\Delta n d$ と入射角の関係を説明するための図である。

[図11]図11は、上記液晶表示装置における保護層の $\Delta n d$ と2軸位相差板の $\Delta n d$ の関係を示す図である。

[図12]図12は、上記液晶表示装置における45° 方位視角における黒レベルを改善するための位相差板の第1の最適化手法をポアンカレ球上で示す図であり、図12Aは入射側偏光板の偏光子を通過後の偏光状態を示し、図12Bは入射側偏光板の保護層を通過後の偏光状態を示し、図12Cは液晶板のIPS液晶層を通過後の偏光状態を示し、図12Dは2軸位相差板を通過後の偏光状態を示し、図12Eは出射側偏光板の保護層を通過後の偏光状態を示している。

[図13]図13は、上記液晶表示装置における45° 方位視角における黒レベルを改善するための位相差板の第2の最適化手法をポアンカレ球上で示す図であり、図13Aは入射側偏光板の偏光子を通過後の偏光状態を示し、図13Bは入射側偏光板の保護層を通過後の偏光状態を示し、図13Cは液晶板のIPS液晶層を通過後の偏光状態を示し、図13Dは2軸位相差板を通過後の偏光状態を示し、図13Eは出射側偏光板の保護層を通過後の偏光状態を示している。

[図14]図14は、図8に示した構成の液晶表示装置の実施例1における黒表示レベルの視野角特性を示す図である。

[図15]図15は、上記実施例1における視角Pola(仰角)70° で方位角Azimを15°、30°、45°、60°、75° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

[図16]図16は、上記実施例1における視角Pola(仰角)70° で方位角Azimを345°、330°、315°、300°、285° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

[図17]図17は、図8に示した構成の液晶表示装置の実施例2における黒表示レベルの視野角特性を示す図である。

[図18]図18は、上記実施例2における視角Pola(仰角) 70° で方位角Azimを 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

[図19]図19は、上記実施例2における視角Pola(仰角) 70° で方位角Azimを 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

[図20]図20は、図8に示した構成の液晶表示装置の実施例3における黒表示レベルの視野角特性を示す図である。

[図21]図21は、上記実施例3における視角Pola(仰角) 70° で方位角Azimを 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

[図22]図22は、上記実施例3における視角Pola(仰角) 70° で方位角Azimを 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

[図23]図23は、図8に示した構成の液晶表示装置の実施例4における黒表示レベルの視野角特性を示す図である。

[図24]図24は、上記実施例4における視角Pola(仰角) 70° で方位角Azimを 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

[図25]図25は、上記実施例4における視角Pola(仰角) 70° で方位角Azimを 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

[図26]図26は、図8に示した構成の液晶表示装置の実施例5における黒表示レベルの視野角特性を示す図である。

[図27]図27は、上記実施例5における視角Pola(仰角) 70° で方位角Azimを 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

[図28]図28は、上記実施例5における視角Pola(仰角) 70° で方位角Azimを 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

[図29]図29は、図8に示した構成の液晶表示装置の実施例6における黒表示レベルの視野角特性を示す図である。

[図30]図30は、上記実施例6における視角Pola(仰角) 70° で方位角Azimを 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

[図31]図31は、上記実施例6における視角Pola(仰角) 70° で方位角Azimを 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

[図32]図32は、図8に示した構成の液晶表示装置の実施例7における黒表示レベルの視野角特性を示す図である。

[図33]図33は、上記実施例7における視角Pola(仰角)70° で方位角Azimを15°、30°、45°、60°、75° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

[図34]図34は、上記実施例7における視角Pola(仰角)70° で方位角Azimを345°、330°、315°、300°、285° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

[図35]図35は、図8に示した構成の液晶表示装置の実施例8における黒表示レベルの視野角特性を示す図である。

[図36]図36は、上記実施例8における視角Pola(仰角)70° で方位角Azimを15°、30°、45°、60°、75° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

[図37]図37は、上記実施例8における視角Pola(仰角)70° で方位角Azimを345°、330°、315°、300°、285° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

[図38]図38は、図8に示した構成の液晶表示装置の実施例9における黒表示レベルの視野角特性を示す図である。

[図39]図39は、上記実施例9における視角Pola(仰角)70° で方位角Azimを15°、30°、45°、60°、75° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

[図40]図40は、上記実施例9における視角Pola(仰角)70° で方位角Azimを345°、330°、315°、300°、285° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

[図41]図41は、本発明に係る液晶表示装置の他の要部構成例を示す模式的な端面図である。

[図42]図42は、本発明に係る液晶表示装置のさらに他の要部構成例を示す模式的な端面図である。

[図43]図43は、図42に示した液晶表示装置における45° 方位視角における黒レベルを改善するための位相差板の第3の最適化手法をポアンカレ球上で示す図であり、図43Aは入射側偏光板の偏光子を通過後の偏光状態を示し、図43Bは入射側偏光板の保護層を通過後の偏光状態を示し、図43Cは位相差板を通過後の偏光状態を示し、図43Dは液晶板のIPS液晶層を通過後の偏光状態を示し、図43Eは2軸位相差板を通過後の偏光状態を示し、図43Fは出射側偏光板の保護層を通過後の偏

光状態を示している。

[図44]図44は、図42に示した液晶表示装置における45° 方位視角における黒レベルを改善するための位相差板の第4の最適化手法をポアンカレ球上で示す図であり、図44Aは入射側偏光板の偏光子を通過後の偏光状態を示し、図44Bは入射側偏光板の保護層を通過後の偏光状態を示し、図44Cは位相差板を通過後の偏光状態を示し、図44Dは液晶板のIPS液晶層21を通過後の偏光状態を示し、図44Eは2軸位相差板を通過後の偏光状態を示し、図44Fは出射側偏光板の保護層を通過後の偏光状態を示している。

[図45]図45は、図42に示した液晶表示装置の実施例12における黒表示レベルの視野角特性を示す図である。

[図46]図46は、上記実施例12における視角Pola(仰角)70° で方位角Azimを15°、30°、45°、60°、75° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

[図47]図47は、上記実施例12における視角Pola(仰角)70° で方位角Azimを345°、330°、315°、300°、285° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

[図48]図48は、図42に示した液晶表示装置の実施例13における黒表示レベルの視野角特性を示す図である。

[図49]図49は、上記実施例13における視角Pola(仰角)70° で方位角Azimを15°、30°、45°、60°、75° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

[図50]図50は、上記実施例13における視角Pola(仰角)70° で方位角Azimを345°、330°、315°、300°、285° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

[図51]図51は、図42に示した液晶表示装置の実施例14における黒表示レベルの視野角特性を示す図である。

[図52]図52は、上記実施例14における視角Pola(仰角)70° で方位角Azimを15°、30°、45°、60°、75° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

[図53]図53は、上記実施例14における視角Pola(仰角)70° で方位角Azimを345°、330°、315°、300°、285° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0005] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

本発明は、例えば図4に示すような構成の液晶表示装置100に適用される。この図4には、黒レベル透過率を支配する部材を簡略化して示してある。

この図4に示す液晶表示装置100は、互いの透過軸を直交させて配置された一対の偏光板10A, 10Bと、その間に配置され、一方の偏光板の吸収軸方位と平行に配向された液晶層21を持つ液晶板20からなる。

上記一対の偏光板10A, 10Bは、互いの透過軸が直交する一対の偏光子11A, 11Bとそれを保護する保護層12A, 13A, 12B, 13Bからなる。

また、上記液晶板20は、一方の偏光板の吸収軸方位と平行に配向された液晶層21をガラス基板22, 23で封入してなる。この液晶板20は、上記ガラス基板22, 23に平行な電界により液晶分子を動作させるいわゆるインプレーンスイッチング (IPS) モードの液晶表示装置100を構成している。

まず、このような構成の液晶表示装置100において、光学補償していない場合の45°方位の黒レベル光抜けの現象について説明する。

偏光板偏光軸から45°方位の視角における黒レベルは最も光抜けが大きくなるため、45°方位の視角に関して特に着目する。

以下、45°方位とは偏光板偏光軸に対して具体的記述がない場合に関しては45°、135°、225°、315°の方位を示すものとする。

一般的に偏光板10は延伸したPVA(ポリビニールアルコール)フィルムにヨウ素等吸着配向させた偏光子11をTAC(トリアセチルセルロース)からなる保護層12, 13で挟持した構造であるが、光学補償を考える上では異常光屈折率方向に吸収を持つO型偏光子と基板に垂直な方向に光軸を持つ負の位相差板とみなせる。

IPSモードの場合の黒表示状態の液晶層21は1軸性の位相差板とみなせ、一般的には緑色Gの所定の波長において $\lambda/2$ 板として機能する。つまり、偏光子と保護層からなる互いの透過軸が直交する一対の偏光板の間にIPSモードの液晶層を有する液晶表示装置を位相差板とみなした場合の黒表示状態におけるモデルは、O型偏光子(吸収軸90°)ー負位相差板ー1軸性位相差板(遅相軸90°)ー負位相差板ーO型偏光子(吸収軸0°)となる。

理解を容易にするためにまず、O型偏光子がクロスニコルに配置された場合を考え

ると図5に示すように、基板に垂直に光が入射した場合は互いの偏光子吸収軸が直交していても入射角度が大きくなるに従い、互いの吸収軸がなす角度は直交からのズレが大きくなる。よってO型偏光子のみをクロスニコルに設定した場合は偏光軸から45° 方位に入射した光は出射側偏光子を通過し、光抜けが起こる。なお、図5Aは正面から見た場合の偏光板軸角度を示し、図5Bは斜めから見た場合の偏光板軸角度を示している。

近似的に、45° 方位から入射した場合に偏光軸の0° 入射の場合からの偏光板角度のズレ量 ϕ は、媒質中での視角方向からの入射角を θ として、次の(1)式にて示される。

[数1]

$$\phi(\theta) = \frac{\pi}{4} - \tan^{-1}[\cos(\theta)] \quad (1) \text{ 式}$$

偏光子11Aに入射して偏光子11Bから出射されるまでの光の経路にある偏光板保護層13A, 12Bは先述したように負の位相差板として機能し、遅相軸は入射面に垂直となる。媒質中入射角 θ に対する光路の変化を求めると、光路長差 Δnd_{TAC0} を偏光板保護層13A, 12Bが持つ負のリターデーションとしたとき、媒質中入射角 θ における光路長差 Δnd_{TAC} は、近似的に次の(2)式にて示される。

[数2]

$$\Delta nd_{TAC}(\theta) = \Delta nd_{TAC0} \frac{\sin^2(\theta)}{\cos(\theta)} \quad (2) \text{ 式}$$

ここに偏光板保護層13A, 12Bは、その各々の厚さが d_{TAC0} であり、厚さ方向に光軸を持ち、その厚さ方向と直交する面内には概ね等方的な1軸性の位相差板であって、厚さ方向の屈折率 n_{zt} が面内の方向の屈折率 n_{xy} より小さい負の位相差板としての特性を示す。また、上述の保護層の光路長差 Δnd_{TAC0} は、負の光路長差の絶対値 $(n_{xy} - n_{zt}) \cdot d_{TAC0}$ として規定されるものである。

液晶層21は先述したように1軸性位相差板として機能し、概ね偏光子吸収軸と同じ方位に遅相軸を持つ。また、45° 方位では位相差変化はない。

図6は45° 方位に入射した光の各部材通過後の偏光状態をポアンカレ球表示で示している。図6Aは入射側偏光板10Aの偏光子11Aを通過後の偏光状態を示し、図6Bは入射側偏光板10Aの保護層13Aを通過後の偏光状態を示し、図6Cは液晶板20のIPS液晶層21を通過後の偏光状態を示し、図6Dは出射側偏光板10Bの保護層13Bを通過後の偏光状態を示している。

液晶層21は緑色Gの所定の波長では概ね $\lambda/2$ 板として機能する。ポアンカレ球表示でわかるようにIPSモードの場合、液晶層21は偏光板保護層13Aの負の位相差の影響を低減する働きを持っている。しかしながら先述したように偏光子のみでも45° 方位の視角では出射側偏光板保護層13Bを通過後の偏光状態は出射側偏光子11Bの吸収軸からずれており光抜けが起こる。また、波長により偏光状態が違うため色付きが起こる。これは主に液晶層21の光路長差 $\Delta n d_{LC}$ の波長依存性による。

本発明では、図4に示した液晶表示装置100のように、負の位相差を持つ保護層で構成される偏光板10A、10Bを用いる場合にその負の位相差値に合わせて最適化した位相差板を液晶板20と出射側偏光板10Aとの間の位置P1又は入射側偏光板10Aと液晶板20との間の位置P2あるいは両方に挿入することにより、45° 方位の黒レベル光抜けを低減する。

上述の如き構成の液晶表示装置100において、45° 方位視角における黒レベルを改善するための位相差板の第1の最適化手法について説明する。

45° 方位視角における黒レベルを改善するためには、偏光子の偏光軸ズレを打ち消す位相差板が必要になる。また、偏光板保護層の位相差を考慮する必要がある。

ところで、45° 方位での入射偏光軸ズレ量と偏光板保護層の位相差の入射角依存性を示したのが図7である。

この図7からわかるように入射角変化に対して入射偏光軸ズレ量と偏光板保護層保護層の位相変化との比率は概ね一定である。これについては後述する。また、前述したように液晶層21は1軸性位相差板とみなせ45° 方位ではその位相差は一定とみなせる。45° 方位の入射光に関して出射側の偏光子11Bの吸収方向に対して偏光軸を直交にするためには、入射角によらずに遅相軸が一定である位相差板で入射角に依存しない位相差を持つ位相差板が必要となる。

座標軸xyzを考え、厚さ方向の屈折率を n_z 、厚さ方向と直交する面内で最大の屈折率を n_x とし、その最大の屈折率 n_x となる方向、及び、屈折率 n_z となる厚さ方向と直交する方向の屈折率を n_y として、 $n_x > n_z > n_y$ の順の屈折率を示し、 $n_z = (n_x + n_y) / 2$ となる2軸性位相差板の光軸はxy平面でx軸から $\pm 45^\circ$ 方位になる(ここで光軸とは位相差板が複屈折を示さない光の方向を言う。)。このような位相差板をxy平面を基板面となるように配置する。x軸から 45° 方位を入射面とした場合にこの位相差板の遅相軸は入射角によらずに 45° 方位となる。また、位相差は入射角によらずに一定となる。

本発明では、例えば図8に示す液晶表示装置100Aのように、厚さ方向の屈折率を n_z 、厚さ方向と直交する面内で最大の屈折率を n_x とし、その最大の屈折率 n_x となる方向、及び、屈折率 n_z となる厚さ方向と直交する方向の屈折率を n_y として、 $n_x > n_z > n_y$ の順の屈折率を示し、 $n_z = (n_x + n_y) / 2$ となる2軸性位相差板30を液晶板20と偏光板保護層12Bの間に配置し、液晶層21の配向方位に平行に n_x を設定する。

2軸位相差板30の厚さを d_{RF} とし、2軸位相差板30の面方向の光路長差 Δn_{RF} を $(n_x - n_y) \cdot d_{RF}$ と規定したとき、2軸位相差板30の面方向の光路長差 Δn_{RF} が偏光板保護層13A、12Bの光路長差 Δn_{TACO} に基づき調整される。

図9は、この図8に示した構成の液晶表示装置100Aにおいて、 45° 方位に入射した光の各部材通過後の偏光状態をポアンカレ球表示で示している。図9Aは入射側偏光板10Aの偏光子11Aを通過後の偏光状態を示し、図9Bは入射側偏光板10Aの保護層13Aを通過後の偏光状態を示し、図9Cは液晶板20のIPS液晶層21を通過後の偏光状態を示し、図9Dは2軸位相差板30を通過後の偏光状態を示している。図9Eは出射側偏光板10Bの保護層13Bを通過後の偏光状態を示している。

この液晶表示装置100Aにおいて、厚さ方向の屈折率を n_z 、厚さ方向と直交する面内で最大の屈折率を n_x とし、その最大の屈折率 n_x となる方向、及び、屈折率 n_z となる厚さ方向と直交する方向の屈折率を n_y として、 $n_x > n_z > n_y$ の順の屈折率を示し、 $n_z = (n_x + n_y) / 2$ となる2軸位相差板30の遅相軸は図9に示すポアンカレ球上ではS2座標軸となる。よって、2軸位相差板30の位相差を適当に調整することによりS2-S3座標軸を通る平面对して対称な点に偏光状態を変換することができる。その

後出射側偏光板保護層13Bの負の位相差によって偏光状態を赤道上に戻し、出射側偏光板偏光子11Bの吸収軸方向になる。

2軸位相差板30の最適 Δnd_{RF} は偏光板保護層13A, 12Bの光路長差 Δnd_{TACO} の関数として次の(3)式にて示すことができる。

[数3]

$$\Delta nd_{RF} = \frac{\lambda}{2\pi} \left[\pi - 2 \tan^{-1} \left[\frac{\frac{2\pi}{\lambda} \Delta nd_{TAC}(\theta)}{2 \cdot \phi(\theta)} \right] \right] \quad (3) \text{ 式}$$

ここで、(1)式、(2)式より、上記(3)式は次の(4)式のように変形することができる。

[数4]

$$\frac{\Delta nd_{TAC}(\theta)}{2 \cdot \phi(\theta)} = \Delta nd_{TACO} \frac{\sin^2(\theta)}{2 \cdot \cos(\theta) \left\{ \frac{\pi}{4} - \tan^{-1}[\cos(\theta)] \right\}} \quad (4) \text{ 式}$$

この(4)式において $\sin^2(\theta) / (2 \cos(\theta) (\pi/4 - \tan^{-1}(\cos(\theta))))$ の部分について入射角 θ との関係調べると図10となり、入射角 θ に拘わらず概ね一定で $\theta = 0$ で近似的に2となる。この値を(3)式に代入すると、2軸位相差板30の最適な面方向の光路長差 Δnd は入射角 θ に拘わらない値となり、次の式(5)となる。

[数5]

$$\Delta nd_{RF} = \frac{\lambda}{2\pi} \left[\pi - 2 \tan^{-1} \left(\frac{4\pi}{\lambda} \Delta nd_{TACO} \right) \right] \quad (5) \text{ 式}$$

ここで、偏光板保護層13A, 12Bの光路長差 Δnd_{TACO} と2軸位相差板30の光路長差 Δnd_{RF} 最適値との関係を図11に示してある。このように、視角方向に角度をなす入射光 θ に対する偏光板保護層13A, 12Bによる視野角依存性を、2軸位相差板30を適用することにより光学的に補償することができる。

次に、上述の如き構成の液晶表示装置100において、45° 方位視角における黒レベルを改善するための位相差板の第2の最適化手法について説明する。

いままで説明した第1の最適化手法では45° 方位の特定波長において黒レベル

を改善するための位相差板30を最適化することを目的とした。さらに、広い波長範囲で黒レベルを改善するための位相差板30の最適化手法を次に示す。

以下の説明に際し、液晶層21の液晶分子の異常光屈折率を n_e 、常光屈折率を n_o 、液晶層21の屈折率差 Δn を $(n_e - n_o)$ 、そして、液晶層21の光路長差 $\Delta n d_{LC}$ を $(n_e - n_o) \cdot d_{LC}$ と規定する。

先述したように、液晶層21は特定波長では $\lambda/2$ 板として機能するが、液晶材料(液晶分子)は屈折率差 Δn の波長分散がある。波長が短いほど屈折率差 Δn は大きくなる傾向にある。位相差は $2\pi/\lambda \cdot \Delta n d_{LC}$ で示されるので波長が短いほど位相差は大きくなる。つまり、例えば緑色Gの所定の波長で位相差が π に設定してある場合には青色Bの波長では π よりも大きく赤色Rの波長では π よりも小さくなる。

位相差板20の波長分散も多くは液晶と同様の傾向にある。

上記第1の最適化手法の条件において、ポアンカレ球上で考えてみると、図12に示すように、入射偏光板保護層13Aを通過した後の偏光状態は北半球に位置するが、液晶層21を通過後、赤道上の遅相軸を中心として右回りに位相差が π となる波長においては 180° 回転、南半球の対称な位置に変化する。それよりも短い波長では 180° より大きく、長い波長では 180° より小さくなる。

ここで、図12Aは入射側偏光板10Aの偏光子11Aを通過後の偏光状態を示し、図12Bは入射側偏光板10Aの保護層13Aを通過後の偏光状態を示し、図12Cは液晶板20のIPS液晶層21を通過後の偏光状態を示し、図12Dは2軸位相差板30を通過後の偏光状態を示している。図12Eは出射側偏光板10Bの保護層13Bを通過後の偏光状態を示している。

次に2軸位相差板30を通過後の偏光状態を考える。液晶層21の配向方向と n_x (屈折率最大)の方向を同じくしてあるため、S2座標軸を中心としてやはり右回りに回転する。設計波長においては、S2-S3面を対称軸として対称位置に回転するが、設計波長より短い波長では回転角が大きく、長い波長では回転角が小さくなる。設計波長からずれた場合に液晶層21通過後の偏光状態のズレに2軸位相差板30通過後のズレが加わることで、結果的に光り抜けが大きくなる。

広い波長範囲で補償するためには、液晶層21の配向方向に対して直交する方向

に屈折率 n_x となるように2軸位相差板30を設定する。この場合における2軸位相差板最適値は、次の(6)式となる。

[数6]

$$\Delta nd_{RF} = \frac{\lambda}{2\pi} \left[\pi + 2 \tan^{-1} \left(\frac{4\pi}{\lambda} \Delta nd_{TACO} \right) \right] \quad (6) \text{ 式}$$

この第2の最適化手法をポアンカレ球上で示すと図13に示すようになる。ここで、図13Aは入射側偏光板10Aの偏光子11Aを通過後の偏光状態を示し、図13Bは入射側偏光板10Aの保護層13Aを通過後の偏光状態を示し、図13Cは液晶板20のIPS液晶層21を通過後の偏光状態を示し、図13Dは2軸位相差板30を通過後の偏光状態を示している。図13Eは出射側偏光板10Bの保護層13Bを通過後の偏光状態を示している。

すなわち、液晶層21を通過した後の偏光状態は設計波長では π 回転した位置となるが、設計波長より短い場合には π より大きく回転した位置、設計波長より長い波長の場合には π より小さく回転した位置となる。次に2軸位相差板30の進相軸がS2座標軸となるため、液晶層21と反対に左周りに回転する。設計波長の場合には第1の最適化手法と同じ位置となるが、設計波長より短い波長の場合には回転量が大きく、設計波長より長い場合には回転量が小さくなるため、液晶層21通過後のズレ量を補正する。よって、広い波長範囲で補償が可能となる。

ここで、偏光板保護層の厚さと視野角の関係について説明する。

偏光板保護層13A, 12Bの光路長差 Δnd_{TACO} が大きくても、小さくても特定波長で 45° 方位のみの補償であれば可能である。しかしながら 45° 方位以外での視角でも改善を望む場合、広い波長で改善を望む場合には偏光板保護層の光路長差 Δnd_{TACO} は小さいほうが望ましい。大型LCD用途では $80 \mu m$ 厚さ($\Delta nd 50 nm$)が広く使われているが、ディスプレイの薄さ、重さを重視する用途で $40 \mu m$ の厚さ($\Delta nd 30 nm$)の保護層も使われている。薄い保護層の偏光板を使うことで特性は改善する。

また、液晶層プレチルトとの関係について説明する。

液晶層21の液晶分子のプレチルト角の大きさと方位によって特性は変化する。90

° -270° 方位に配向方位が設定されている場合には第1象限、第2象限がほぼ同じ特性、第3象限、第4象限がほぼ同じ特性となる。全方位の特性を改善するためにはプレチルト角は小さいほうが望ましい。

さらに、液晶層の光路長差 Δn_{LC} との関係について説明する。

液晶層21の光路長差 Δn_{LC} に関して、黒レベルとの関係は、設計波長以外での黒レベルに影響する。黒レベルの分光透過率は設計波長を短波長側にすることで長波長側の分光透過率を相対的に高く、短波長側の分光透過率を相対的に低くすることで黒レベルの色度を調整可能である。設計波長とは液晶層21の光路長差 Δn_{LC} が $\lambda/2$ の条件を満たす波長である。

次に、第1の最適化手法と第2の最適化手法2の選定について説明する。

一般的には、これまでに説明してきたように第2の最適化手法を用いたほうが第1の最適化手法を用いるより広い波長範囲で補償が可能となる。しかしながら実際の設計に際しては、位相差板30の製造の容易さ、位相差板30と偏光板10Bの貼り合せ工程の容易さを考慮して行うべきものである。

一般的には2軸位相差板30の光路長差 Δn_{RF} が大きくなるほど製造が困難になる。第2の最適化手法を用いた場合には第1の最適化手法と比べ光路長差 Δn_{RF} が大きくなるため位相差板30の製造上困難になるか光路長差 Δn_{RF} のムラが生じる可能性がある。

一方、2軸位相差板30と偏光板10Bの貼合工程を考えると第2の最適化手法の場合には偏光板10Bと位相差板30の延伸方向が一致するが、第1の最適化手法の場合には直交する。そのため貼合工程に関しては第2の最適化手法を用いたほうが製造上望ましいと言える。2軸位相差板30の光路長差 Δn_{RF} が目的とする値より小さい値でしか製造できない場合には複数の位相差板を組合せて目的とする光路長差に調整することも可能である。

ここで、上述の図8に示した構造、すなわち、入射側偏光板10A、液晶板20、位相差板30、出射側偏光板10Bの順に配置された液晶表示装置100Aについて、以下に具体的な実施例(<実施例1>〜<実施例9>)を示す。

<実施例1>

次の条件にて液晶表示装置100Aを構成した。

入射側偏光板吸収軸方位: 90°

液晶層配向方位: 90°

2軸位相差板 n_x 方位: 90°

出射偏光板吸収軸: 0°

設計波長: 550nm

液晶層 Δn_{LC} : 275nm

液晶層プレチルト角: 2° (下側基板上で 90° 方位に開く方向)

2軸位相差板 Δn_{RF} : 126nm (ZEONOR)

2軸位相差板屈折率比: $n_z = (n_x + n_y) / 2$

偏光板保護層材質: TAC

保護層 Δn_{TAC0} : 50nm (面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n >$ 厚さ方向 Δn)

この実施例1は、黒表示レベルの視野角特性を図14に示し、視角Pola(仰角) 70° で方位角Azimが 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を図15に示し、視角Pola(仰角) 70° で方位角Azimが 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を図16に示すような各特性を呈する。ここで、方位角Azimは向かって右方向からの視角Polaを 0° として反時計周りの角度で示している。

<実施例2>

次の条件にて液晶表示装置100Aを構成した。

入射側偏光板吸収軸方位: 90°

液晶層配向方位: 90°

2軸位相差板 n_x 方位: 0°

出射偏光板吸収軸: 0°

設計波長: 550nm

液晶層 Δn_{LC} : 275nm

液晶層プレチルト角: 2° (下側基板上で 90° 方位に開く方向)

2軸位相差板 Δn_{RF} : 423nm (ZEONOR)

2軸位相差板屈折率比: $n_z = (n_x + n_y) / 2$

偏光板保護層材質:TAC

保護層 Δn_{TACO} : 50nm (面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n >$ 厚さ方向 Δn)

この実施例2は、黒表示レベルの視野角特性を図17に示し、視角Pola(仰角)70°で方位角Azimが15°、30°、45°、60°、75°の場合の黒レベル分光透過率を図18に示し、視角Pola(仰角)70°で方位角Azimが345°、330°、315°、300°、285°の場合の黒レベル分光透過率を図19に示すような各特性を呈する。ここで、方位角Azimは向かって右方向からの視角Polaを0°として反時計周りの角度で示している。

<実施例3>

次の条件にて液晶表示装置100Aを構成した。

入射側偏光板吸収軸方位: 90°

液晶層配向方位: 90°

2軸位相差板 n_x 方位: 90°

出射偏光板吸収軸: 0°

設計波長: 550nm

液晶層 Δn_{LC} : 275nm

液晶層プレチルト角: 2° (下側基板上で90° 方位に開く方向)

2軸位相差板 Δn_{RF} : 184nm (ZEONOR)

2軸位相差板屈折率比: $n_z = (n_x + n_y) / 2$

偏光板保護層材質:TAC

保護層 Δn_{TACO} : 30nm (面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n >$ 厚さ方向 Δn)

この実施例3は、黒表示レベルの視野角特性を図20に示し、視角Pola(仰角)70°で方位角Azimが15°、30°、45°、60°、75°の場合の黒レベル分光透過率を図21に示し、視角Pola(仰角)70°で方位角Azimが345°、330°、315°、300°、285°の場合の黒レベル分光透過率を図22に示すような各特性を呈する。ここで、方位角Azimは向かって右方向からの視角Polaを0°として反時計周りの角度で示している。

<実施例4>

次の条件にて液晶表示装置100Aを構成した。

入射側偏光板吸収軸方位: 90°

液晶層配向方位: 90°

2軸位相差板 n_x 方位: 0°

出射偏光板吸収軸: 0°

設計波長: 550nm

液晶層 Δn_{LC} : 275nm

液晶層プレチルト角: 2° (下側基板上で 90° 方位に開く方向)

2軸位相差板 Δn_{RF} : 366nm (ZEONOR)

2軸位相差板屈折率比: $n_z = (n_x + n_y) / 2$

偏光板保護層材質: TAC

保護層 Δn_{TACO} : 30nm (面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n >$ 厚さ方向 Δn)

この実施例4は、黒表示レベルの視野角特性を図20に示し、視角Pola(仰角) 70° で方位角Azimが 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を図24に示し、視角Pola(仰角) 70° で方位角Azimが 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を図25に示すような各特性を呈する。ここで、方位角Azimは向かって右方向からの視角Polaを 0° として反時計周りの角度で示している。

<実施例5>

次の条件にて液晶表示装置100Aを構成した。

入射側偏光板吸収軸方位: 90°

液晶層配向方位: 90°

2軸位相差板 n_x 方位: 0°

出射偏光板吸収軸: 0°

設計波長: 550nm

液晶層 Δn_{LC} : 275nm

液晶層プレチルト角: 0.5° (下側基板上で 90° 方位に開く方向)

2軸位相差板 $\Delta n_{d_{RF}}$: 366nm (ZEONOR)

2軸位相差板屈折率比: $n_z = (n_x + n_y) / 2$

偏光板保護層材質: TAC

保護層 $\Delta n_{d_{TACO}}$: 30nm (面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n_d >$ 厚さ方向 Δn_d)

この実施例5は、黒表示レベルの視野角特性を図26に示し、視角Pola(仰角)70°で方位角Azimが15°、30°、45°、60°、75°の場合の黒レベル分光透過率を図27に示し、視角Pola(仰角)70°で方位角Azimが345°、330°、315°、300°、285°の場合の黒レベル分光透過率を図28に示すような各特性を呈する。ここで、方位角Azimは向かって右方向からの視角Polaを0°として反時計周りの角度で示している。

<実施例6>

次の条件にて液晶表示装置100Aを構成した。

入射側偏光板吸収軸方位: 90°

液晶層配向方位: 90°

2軸位相差板 n_x 方位: 0°

出射偏光板吸収軸: 0°

設計波長: 520nm

液晶層 $\Delta n_{d_{LC}}$: 260nm

液晶層プレチルト角: 0.5° (下側基板上で90°方位に開く方向)

2軸位相差板 $\Delta n_{d_{RF}}$: 364nm (ZEONOR)

2軸位相差板屈折率比: $n_z = (n_x + n_y) / 2$

偏光板保護層材質: TAC

保護層 $\Delta n_{d_{TACO}}$: 30nm (面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n_d >$ 厚さ方向 Δn_d)

この実施例6は、黒表示レベルの視野角特性を図29に示し、視角Pola(仰角)70°で方位角Azimが15°、30°、45°、60°、75°の場合の黒レベル分光透過率を図30に示し、視角Pola(仰角)70°で方位角Azimが345°、330°、315°、300°、285°の場合の黒レベル分光透過率を図31に示すような各特性を呈する。ここで、方位角Azimは向かって右方向からの視角Polaを0°として反時計周りの角度

で示している。

<実施例7>

次の条件にて液晶表示装置100Aを構成した。

入射側偏光板吸収軸方位: 90°

液晶層配向方位: 90°

2軸位相差板 n_x 方位: 0°

出射偏光板吸収軸: 0°

設計波長: 550nm

液晶層 Δn_{LC} : 275nm

液晶層プレチルト角: 2° (下側基板上で 90° 方位に開く方向)

2軸位相差板 Δn_{RF} : 424nm (ポリカーボネートor変性ポリカーボネート)

2軸位相差板屈折率比: $n_z = (n_x + n_y) / 2$

偏光板保護層材質: TAC

保護層 Δn_{TACO} : 50nm (面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n >$ 厚さ方向 Δn)

この実施例7は、黒表示レベルの視野角特性を図32に示し、視角Pola(仰角) 70° で方位角Azimが 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を図33に示し、視角Pola(仰角) 70° で方位角Azimが 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を図34に示すような各特性を呈する。ここで、方位角Azimは向かって右方向からの視角Polaを 0° として反時計周りの角度で示している。

<実施例8>

次の条件にて液晶表示装置100Aを構成した。

入射側偏光板吸収軸方位: 90°

液晶層配向方位: 90°

2軸位相差板 n_x 方位: 90°

出射偏光板吸収軸: 0°

設計波長: 550nm

液晶層 Δn_{LC} : 275nm

液晶層プレチルト角: 2° (下側基板上で 90° 方位に開く方向)

2軸位相差板 Δn_{RF} : 170nm (ポリカーボネートor変性ポリカーボネート)

2軸位相差板屈折率比: $n_z = (n_x + n_y) / 2$

偏光板保護層材質: TAC

保護層 Δn_{TACO} : 50nm (面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n >$ 厚さ方向 Δn)

この実施例8は、黒表示レベルの視野角特性を図35に示し、視角Pola(仰角) 70° で方位角Azimが 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を図36に示し、視角Pola(仰角) 70° で方位角Azimが 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を図37に示すような各特性を呈する。ここで、方位角Azimは向かって右方向からの視角Polaを 0° として反時計周りの角度で示している。

<実施例9>

次の条件にて液晶表示装置100Aを構成した。

入射側偏光板吸収軸方位: 90°

液晶層配向方位: 90°

2軸位相差板 n_x 方位: 0°

出射偏光板吸収軸: 0°

設計波長: 550nm

液晶層 Δn_{LC} : 275nm

液晶層プレチルト角: 2° (下側基板上で 90° 方位に開く方向)

2軸位相差板 Δn_{RF} : 380nm (ポリカーボネートor変性ポリカーボネート)

2軸位相差板屈折率比: $n_z = (n_x + n_y) / 2$

偏光板保護層材質: TAC

保護層 Δn_{TACO} : 30nm (面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n >$ 厚さ方向 Δn)

この実施例9は、黒表示レベルの視野角特性を図38に示し、視角Pola(仰角) 70° で方位角Azimが 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を図39に示し、視角Pola(仰角) 70° で方位角Azimが 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を図40に示すような各特性を呈する。こ

ここで、方位角Azimは向かって右方向からの視角Polaを 0° として反時計周りの角度で示している。

以上の構成に関して、位相差板位置と方位の関係は相対的に同じであれば同じ結果を得ることが可能である。つまり表裏反対とした場合にも同じ結果が得られ、その場合位相差板位置は入射側偏光板と液晶層の間に位置する。また、全体の方角を 90° 回転しても同じ結果が得られる。

また、以上に関して基板に平行な電界により液晶分子を動作させるいわゆるインプレーンスイッチングモードの液晶表示装置のみ有効ではなく、基板に垂直な電界においても強誘電性液晶を用いた液晶表示装置等インプレーンスイッチングする液晶動作モードを用いる場合には同様の光学補償が可能である。さらに偏光板の光学補償として液晶層の代わりに位相差板を用いても同様の効果を得ることが可能である。

例えば図41に示す液晶表示装置100Bのように入射側偏光板10A、位相差板30、液晶板20、出射側偏光板10Bの順に配置された構成とすることができる。この液晶表示装置100Bの具体的な実施例10を以下に示す。

<実施例10>

次の条件にて液晶表示装置100Bを構成した。

入射側偏光板吸収軸方位: 0°

液晶層配向方位: 90°

2軸位相差板 n_x 方位: 0°

出射偏光板吸収軸: 90°

設計波長:550nm

液晶層 Δn_{LC} :275nm

液晶層プレチルト角: 2° (下側基板上で 90° 方位に開く方向)

2軸位相差板 Δn_{RF} :380nm (ポリカーボネートor変性ポリカーボネート)

2軸位相差板屈折率比: $n_z = (n_x + n_y) / 2$

偏光板保護層材質:TAC

保護層 Δn_{TACO} :30nm (面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n >$ 厚さ方向 Δn)

また、上記実施例9における全体の方角を 90° 回転したものを実施例11として以

下に示す。

<実施例11>

次の条件にて液晶表示装置100Aを構成した。

入射側偏光板吸収軸方位: 0°

液晶層配向方位: 0°

2軸位相差板 n_x 方位: 90°

出射偏光板吸収軸: 90°

設計波長: 550nm

液晶層 Δn_{LC} : 275nm

液晶層プレチルト角: 2° (下側基板上で 0° 方位に開く方向)

2軸位相差板 Δn_{RF} : 380nm (ポリカーボネートor変性ポリカーボネート)

2軸位相差板屈折率比: $n_z = (n_x + n_y) / 2$

偏光板保護層材質: TAC

保護層 Δn_{TACO} : 30nm (面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n >$ 厚さ方向 Δn)

ここで、2軸位相差板30の屈折率に関して、 $n_z = (n_x + n_y) / 2$ を完全に満たすことは製造上容易ではない。この条件は最も最適な条件を示しているに過ぎず、この関係からたとえずれているとしても本発明の趣旨と違いがなければ本発明と同一とみなせるべきものである。また、先述した2軸位相差板30の最適 Δn を示す関係式についても同様である。

次に、 45° 方位視角における黒レベルを改善するための位相差板の第3の最適化手法について説明する。

両側に2軸位相差板を各1枚配置する場合の最適化手法を示す。

すなわち、図42に示すように、入射側偏光板10A、2軸位相差板30A、液晶板20、2軸位相差板30B、出射偏光板10Bの順に配置した構成の液晶表示装置100Cとする。その時の2軸位相差板30A及び2軸位相差板30Bの方位、光路長差、及び角方位の屈折率(n_x 、 n_y 、 n_z)の比率の組合せは必ずしも一通りに限らない。以下に示す方法はその一つを示すにすぎない。

両側に2軸位相差板を配置することによる最適化手法の考え方として、液晶層21

通過後の偏光状態を等価的に入射偏光板保護層13A通過後の偏光状態になるように2軸位相差板30Aの光路長差 Δnd_{RF1} を設定する。そうすることにより、 $nz = (nx + ny) / 2$ となる2軸性位相差板30Bの光路長差 Δnd_{RF} を設計波長において $\lambda / 2$ に固定する議論が可能となる。

すなわち、第1の位相差板として2軸位相差板30Aを用いて液晶層21を光が通過することによる偏光状態の変化をキャンセルして入射偏光保護層13A通過後の偏光状態とし、第2の位相差板として $\lambda / 2$ 板として作用する2軸性位相差板30Bを用いて偏光状態を 180° 変化させ、出射偏光板保護層12Bを通過することによる偏光状態の変化が入射偏光板保護層13Aにより相殺される。 $nz = (nx + ny) / 2$ となる条件で2軸性位相差板30Aの Δnd_{RF1} は(5)式から次の(7)式にて示される。

[数7]

$$\Delta nd_{RF1} = \frac{\lambda}{2\pi} \left[2 \tan^{-1} \left(\frac{4\pi}{\lambda} \Delta nd_{TAC0} \right) \right] \quad (7) \text{ 式}$$

この第3の最適化手法をポアンカレ球上で示すと図43のようになる。図43Aは入射側偏光板10Aの偏光子11Aを通過後の偏光状態を示し、図43Bは入射側偏光板10Aの保護層13Aを通過後の偏光状態を示し、図43Cは位相差板30Aを通過後の偏光状態を示し、図43Dは液晶板20のIPS液晶層21を通過後の偏光状態を示し、図43Eは2軸位相差板30Bを通過後の偏光状態を示し、図43Fは出射側偏光板10Bの保護層13Bを通過後の偏光状態を示している。

ここで、入射側偏光板10A、位相差板30A1、液晶板20、位相差板30B、出射側偏光板10Bは、入射側偏光板10Aの吸収軸を 90° 、位相差板30Aのnx方位を 90° 、液晶層21の配向方位を 90° 、位相差板30Bのnx方位を 0° 、出射側偏光板10Bの吸収軸 0° に設定した場合である。

位相差板30Bの方位は 90° も可能であるが、第2の最適化手法で述べたように複数の位相差板を同じ方位に設定した場合、設計波長から外れた場合の位相ズレ量が大きくなり、結果的に黒レベル光漏れを広い範囲で抑えることは困難になる。

次に、 45° 方位視角における黒レベルを改善するための位相差板の第4の最適化

手法について説明する。

両側に2軸位相差板を各1枚配置する場合の最適化手法で第1及び第2の最適化手法の関係同様、第3の最適化手法における2軸位相差板30Aの光路長差 Δnd_{RF1} は、次の(8)式にて示される。

[数8]

$$\Delta nd_{RF1} = \frac{\lambda}{2\pi} \left[2\pi - 2 \tan^{-1} \left(\frac{4\pi}{\lambda} \Delta nd_{TAC0} \right) \right] \quad (8) \text{ 式}$$

この第4の最適化手法をポアンカレ球上で示すと図44のようになる。図44Aは入射側偏光板10Aの偏光子11Aを通過後の偏光状態を示し、図44Bは入射側偏光板10Aの保護層13Aを通過後の偏光状態を示し、図44Cは位相差板30Aを通過後の偏光状態を示し、図44Dは液晶板20のIPS液晶層21を通過後の偏光状態を示し、図44Eは2軸位相差板30Bを通過後の偏光状態を示し、図44Fは出射側偏光板10Bの保護層13Bを通過後の偏光状態を示している。

ここで、入射側偏光板10A、位相差板30A、液晶板20、位相差板30B、出射側偏光板10Bは、入射側偏光板10Aの吸収軸を90°、位相差板30Aのnx方位を0°、液晶層21の配向方位を90°、位相差板30Bのnx方位を0°、出射側偏光板10Bの吸収軸を0°に設定した場合である。

なお、位相差板30Bの方位は90°も可能であるが波長依存性が大きくなる。

次に、45°方位視角における黒レベルを改善するための位相差板の第5の最適化手法について説明する。

両側に位相差板を各1枚配置する場合の最適化手法では必ずしも $n_z = (n_x + n_y) / 2$ に限らないで補償できる。特に一方の位相差板(位相差板30B)を $n_z = (n_x + n_y) / 2$ で且つ、設計波長において光路長差を $\lambda / 2$ とするならば、他方の位相差板(位相差板30A)は1軸性での補償も可能となる。

設計波長において1軸性位相差板(位相差板30A)の光路長差 Δnd を液晶層21の光路長差 Δnd_{LC} との和が λ となるように設定する。また、1軸性位相差板(位相差板30A)の屈折率が n_x となる方位(ここで $n_x > n_y = n_z$)と液晶層21の配向方位を一

致させる。つまり、設計波長においては、位相差板通過後の偏光状態は液晶層21がない場合と同じ偏光状態になる。よって、位相差板30Bを $n_y = (n_x + n_y) / 2$ で且つ、設計波長において $\lambda / 2$ とすることで、出射側偏光板10Bの保護層13Bを通過後の偏光状態は出射側偏光板10Aの保護層13Aの光路長差 $\Delta n d_{TACO}$ の値に拘わらず出射側偏光板10Bの吸収軸に一致する。

また、広い範囲で黒の光抜けを防止するためには2軸性位相差板の屈折率が n_x となる方位と液晶層配向方向と直交させる。

ここで、上述の図42に示した構造、すなわち、入射側偏光板10A、位相差板30A、液晶板20、位相差板30B、出射側偏光板10Bの順に配置された液晶表示装置100Cについて、以下に具体的な実施例(<実施例12>〜<実施例14>)を示す。

<実施例12>

次の条件にて液晶表示装置100Cを構成した。

入射側偏光板吸収軸方位: 90°

2軸位相差板1 n_x 方位: 90°

液晶層配向方位: 90°

2軸位相差板2 n_x 方位: 0°

出射偏光板吸収軸: 0°

設計波長: 520nm

液晶層 $\Delta n d_{LC}$: 260nm

液晶層プレチルト角: 2° (下側基板上で 90° 方位に開く方向)

2軸位相差板1 $\Delta n d_{RF1}$: 104nm (ポリカーボネートor変性ポリカーボネート)

2軸位相差板屈折率比: $n_z = (n_x + n_y) / 2$

2軸位相差板2 $\Delta n d_{RF2}$: 260nm (ポリカーボネートor変性ポリカーボネート)

2軸位相差板屈折率比: $n_z = (n_x + n_y) / 2$

偏光板保護層材質: TAC

保護層 $\Delta n d_{TACO}$: 30nm (面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n d >$ 厚さ方向 $\Delta n d$)

この実施例12は、黒表示レベルの視野角特性を図45に示し、視角Pola (仰角) 70° で方位角Azimが 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率

を図46に示し、視角Pola(仰角)70° で方位角Azimが345°、330°、315°、300°、285° の場合の黒レベル分光透過率を図47に示すような各特性を呈する。ここで、方位角Azimは向かって右方向からの視角Polaを0° として反時計周りの角度で示している。

<実施例13>

次の条件にて液晶表示装置100Cを構成した。

入射側偏光板吸収軸方位:90°

2軸位相差板1nx方位: 0°

液晶層配向方位:90°

2軸位相差板2nx方位:0°

出射偏光板吸収軸:0°

設計波長:520nm

液晶層 Δn_{LC} :260nm

液晶層プレチルト角:0.5° (下側基板上で90° 方位に開く方向)

2軸位相差板1 Δn_{RF1} :416nm(ポリカーボネートor変性ポリカーボネート)

2軸位相差板屈折率比:nz=(nx+ny)/2

2軸位相差板2 Δn_{RF2} :260nm(ポリカーボネートor変性ポリカーボネート)

2軸位相差板屈折率比:nz=(nx+ny)/2

偏光板保護層材質:TAC

保護層 Δn_{TAC0} :30nm(面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n >$ 厚さ方向 Δn)

この実施例13は、黒表示レベルの視野角特性を図48に示し、視角Pola(仰角)70° で方位角Azimが15°、30°、45°、60°、75° の場合の黒レベル分光透過率を図49に示し、視角Pola(仰角)70° で方位角Azimが345°、330°、315°、300°、285° の場合の黒レベル分光透過率を図50に示すような各特性を呈する。ここで、方位角Azimは向かって右方向からの視角Polaを0° として反時計周りの角度で示している。

<実施例14>

次の条件にて液晶表示装置100Cを構成した。

入射側偏光板吸収軸方位: 90°

1軸位相差板 $1n_x$ 方位: 90°

液晶層配向方位: 90°

2軸位相差板 $2n_x$ 方位: 0°

出射偏光板吸収軸: 0°

設計波長: 520nm

液晶層 Δn_{LC} : 260nm

液晶層プレチルト角: 0.5° (下側基板上で 90° 方位に開く方向)

1軸位相差板1 Δn_{RF1} : 260nm (アートン)

1軸位相差板屈折率比: $n_x > n_y = n_z$

2軸位相差板2 Δn_{RF2} : 260nm (ポリカーボネートor変性ポリカーボネート)

2軸位相差板屈折率比: $n_z = (n_x + n_y) / 2$

偏光板保護層材質: TAC

保護層 Δn_{TAC0} : 30nm (面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n >$ 厚さ方向 Δn)

この実施例14は、黒表示レベルの視野角特性を図51に示し、視角Pola(仰角) 70° で方位角Azimが 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を図52に示し、視角Pola(仰角) 70° で方位角Azimが 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を図53に示すような各特性を呈する。ここで、方位角Azimは向かって右方向からの視角Polaを 0° として反時計周りの角度で示している。

なお、本発明は、図面を参照して説明した上述の実施例に限定されるものではなく、添付の請求の範囲及びその趣旨を逸脱することなく、様々な変更、置換又はその同等のものを行うことができることは同業者にとって明らかである。

請求の範囲

- [1] 1. それぞれ偏光子に保護層を積層してなり透過軸が互いに直交する一対の偏光板の間に、一方の偏光板吸収軸方位と液晶分子が平行に配向された液晶層を持つ液晶板を挟持した構造の液晶表示装置であって、
- 上記一対の偏光板の保護層は、少なくとも上記液晶層の側に積層され、厚さ方向に光軸を持ちその厚さ方向と直交する面内には概ね等方的な1軸性の位相差板であって、厚さ方向の屈折率が面内の方向の屈折率より小さい負の位相差板としての特性を示し、
- 上記液晶板と各偏光板との間の少なく一方に、視角方向に角度をなす入射光に対する上記保護層による視野角依存性を補償する2軸性の位相差板が配置されていることを特徴とする液晶表示装置。
- [2] 2. 上記2軸性の位相差板は、その厚さ方向と直交する面内の屈折率が異なり、当該面内に最大の屈折率を示す方位を有する2軸性位相差板であり、
- 上記位相差板における上記最大の屈折率と、上記方位と面内にて直交する方位における屈折率との差及び上記位相差板の厚さの積を位相差板の面内光路長差とし、上記保護層における厚さ方向の屈折率と面内の方向の屈折率との差及び上記保護層の積を上記保護層の光路長差としたとき、
- 可視光領域の所定の波長において、上記位相差板の面内光路長差が、上記保護層の光路長差及び上記波長に基づき、視角方向に角度をなす入射光に対する視野角依存性を補償するように設定されていることを特徴とする請求の範囲第1項記載の液晶表示装置。
- [3] 3. 上記一方の偏光板吸収軸の方位と上記液晶層の異常光屈折率方位が一致していることを特徴とする請求の範囲第1項記載の液晶表示装置。
- [4] 4. 上記液晶板はインプレーンスイッチング(IPS)モードにて動作するように構成され、上記保護層はトリアセチルセルロース(TAC)にて形成されていることを特徴とする請求の範囲第1項記載の液晶表示装置。
- [5] 5. 上記一対の偏光板の保護層は、その各々の厚さが d_{TAC0} であり、厚さ方向に光軸を持ちその厚さ方向と直交する面内には概ね等方的な1軸性の位相差板であって、

厚さ方向の屈折率 n_{zt} が面内の方向の屈折率 n_{xy} より小さい負の位相差板としての特性を示し、

上記2軸性の位相差板は、厚さが d_{RF} の2軸性位相差板であり、厚さ方向の屈折率を n_z 、当該厚さ方向と直交する面内で最大の屈折率を n_x とし、上記最大の屈折率 n_x を示す方向及び上記厚さ方向と直交する方向の屈折率を n_y として、 $n_x > n_z > n_y$ の順の屈折率を示し、 $n_z = (n_x + n_y) / 2$ の関係を概ね満たし、

可視光領域の所定の波長 λ において、上記位相差板の面内光路長差 $\Delta n d_{RF}$ を $(n_x - n_y) \cdot d_{RF}$ とし、上記保護層の負の光路長差の絶対値 $\Delta n d_{TAC0}$ を $(n_{xy} - n_{zt}) \cdot d_{TAC0}$ としたとき、上記位相差板の上記最大の屈折率 n_x を示す方向が上記液晶層の配向された上記液晶分子の異常光屈折率方位と一致し、上記位相差板の面方向の光路長差 $\Delta n d_{RF}$ は概ね下式で示されることを特徴とする請求の範囲第2項記載の液晶表示装置。

$$\Delta n d_{RF} = \frac{\lambda}{2\pi} \left[\pi - 2 \tan^{-1} \left(\frac{4\pi}{\lambda} \Delta n d_{TAC0} \right) \right]$$

- [6] 6. 上記液晶板の液晶層の厚さを d_{LC} 、上記液晶層の液晶分子の異常光屈折率を n_e 、上記液晶層の液晶分子の常光屈折率を n_o とし、上記液晶板の液晶層の光路長差 $\Delta n d_{LC}$ を $(n_e - n_o) \cdot d_{LC}$ としたとき、可視光領域の所定の波長 λ において、上記液晶板の液晶層の光路長差 $\Delta n d_{LC}$ は概ね $\lambda / 2$ を示すことを特徴とする請求の範囲第5項記載の液晶表示装置。
- [7] 7. 上記液晶板の液晶層の基板界面における液晶分子のプレチルト角は $0 \sim 2^\circ$ の範囲であることを特徴とする請求の範囲第5項記載の液晶表示装置。
- [8] 8. それぞれ偏光子に保護層を積層してなり透過軸が互いに直交する一对の偏光板の間に、その一方の偏光板吸収軸方位と液晶分子が平行に配向された液晶層を持つ液晶板を挟持した構造の液晶表示装置であって、

上記液晶板と各偏光板との間の少なく一方に位相差板を配置してなり、

上記位相差板は、厚さが d_{RF} の2軸性位相差板であり、厚さ方向の屈折率を n_z 、当該厚さ方向と直交する面内で最大の屈折率を n_x とし、上記最大の屈折率 n_x を示す

方向及び上記厚さ方向と直交する方向の屈折率を n_y として、 $n_x > n_z > n_y$ の順の屈折率を示し、 $n_z = (n_x + n_y) / 2$ の関係を概ね満たし、

可視光領域の所定の波長 λ において、上記位相差板の面内光路長差 $\Delta n d_{RF}$ を $(n_x - n_y) \cdot d_{RF}$ とし、上記保護層の負の光路長差の絶対値 $\Delta n d_{TACO}$ を $(n_{xy} - n_{zt}) \cdot d_{TAC}$ としたとき、上記位相差板の上記最大の屈折率 n_x を示す方向が上記液晶層の配向された上記液晶分子の異常光屈折率方位と一致し、上記位相差板の面方向の光路長差 $\Delta n d_{RF}$ は概ね下式で示されることを特徴とする請求の範囲第2項記載の液晶表示装置。

$$\Delta n d_{RF} = \frac{\lambda}{2\pi} \left[\pi + 2 \tan^{-1} \left(\frac{4\pi}{\lambda} \Delta n d_{TACO} \right) \right]$$

- [9] 9. 上記液晶板の液晶層の厚さを d_{LC} 、上記液晶層の液晶分子の異常光屈折率を n_e 、上記液晶層の液晶分子の常光屈折率を n_o とし、上記液晶板の液晶層の光路長差 $\Delta n d_{LC}$ を $(n_e - n_o) \cdot d_{LC}$ としたとき、可視光領域の所定の波長 λ において、上記液晶板の液晶層の光路長差 $\Delta n d_{LC}$ は概ね $\lambda / 2$ を示すことを特徴とする請求の範囲第8項記載の液晶表示装置。
- [10] 10. 上記液晶板の液晶層の基板界面における液晶分子のプレチルト角は $0 \sim 2^\circ$ の範囲であることを特徴とする請求の範囲第8項記載の液晶表示装置。
- [11] 11. 偏光子の透過軸が互いに直交する一対の偏光板の間に、一方の偏光板吸収軸方位と液晶分子が平行に配向された液晶層を持つ液晶板を挟持した構造の液晶表示装置であって、

上記一対の偏光板には、その各々の上記液晶層の側に、負の位相差を有する1軸性位相差板としての特性を示す同じ厚さの一対の保護層が積層され、

上記液晶板と各偏光板との間双方に第1の位相差板及び第2の位相板を各々配置してなり、

上記第1の位相差板は、その光路長差が上記液晶層を光が通過する前の偏光状態になるように設定され、

上記第2の位相差板は、その厚さ方向と直交する面内の屈折率が異なり、当該面内に最大の屈折率を示す方位を有する2軸性位相差板であり、

上記最大の屈折率と、上記方位と面内にて直交する方位における屈折率との差及び上記位相差板の厚さの積として規定される位相差板の面内光路長差が概ね $\lambda / 2$ となるように設定され、

上記第1及び第2の位相差板により、上記一对の保護層を通過した光の偏光状態の変化を光学補償することを特徴とする液晶表示装置。

- [12] 12. 上記第2の位相差板は $n_z = (n_x + n_y) / 2$ の関係を概ね満たすことを特徴とする請求の範囲第11項記載の液晶表示装置。
- [13] 13. 上記第1の液晶板は、2軸性位相差板又は正の1軸性位相差板であることを特徴とする請求の範囲第11項記載の液晶表示装置。
- [14] 14. 上記液晶板の液晶層の液晶層の基板界面のプレチルト角は $0 \sim 2^\circ$ の範囲であることを特徴とする請求の範囲第11項記載の液晶表示装置。
- [15] 15. 上記第1の位相差板は、厚さが d_{RF1} の2軸性位相差板であり、厚さ方向の屈折率を n_z 、当該厚さ方向と直交する面内で最大の屈折率を n_x とし、上記最大の屈折率 n_x を示す方向及び上記厚さ方向と直交する方向の屈折率を n_y として、 $n_x > n_z > n_y$ の順の屈折率を示し、

上記保護層は、その各々の厚さが d_{TAC0} であり、厚さ方向に光軸を持ちその厚さ方向と直交する面内には概ね等方的な1軸性の位相差板であって、厚さ方向の屈折率 n_{zt} が面内の方向の屈折率 n_{xy} より小さい負の位相差板としての特性を示し、

上記波長 λ において、上記位相差板の面方向の光路長差 $(n_x - n_y) \cdot d_{RF1}$ を Δnd_{RF1} 、上記保護層の負の光路長差の絶対値 $(n_{xy} - n_{zt}) \cdot d_{TAC0}$ を Δnd_{TAC0} としたとき、上記位相差板の上記最大の屈折率 n_x を示す方向が上記液晶層の配向された上記液晶分子の異常光屈折率方位と一致し、上記位相差板の面方向の光路長差 Δnd_{RF1} は概ね下式で示されることを特徴とする請求の範囲第11項記載の液晶表示装置。

$$\Delta nd_{RF1} = \frac{\lambda}{2\pi} \left[2 \tan^{-1} \left(\frac{4\pi}{\lambda} \Delta nd_{TAC0} \right) \right]$$

- [16] 16. 上記液晶板の液晶層の厚さを d_{LC} 、上記液晶層の液晶分子の異常光屈折率を n_e 、上記液晶層の液晶分子の常光屈折率を n_o とし、上記液晶板の液晶層の光路長差 Δnd_{LC} を $(n_e - n_o) \cdot d_{LC}$ としたとき、可視光領域の所定の波長 λ において、上記液

晶板の液晶層の光路長差 Δnd_{LC} は概ね $\lambda/2$ を示すことを特徴とする請求の範囲第11項記載の液晶表示装置。

- [17] 17. 上記第1の位相差板は、厚さが d_{RF1} の2軸性位相差板であり、厚さ方向の屈折率を n_z 、当該厚さ方向と直交する面内で最大の屈折率を n_x とし、上記最大の屈折率 n_x を示す方向及び上記厚さ方向と直交する方向の屈折率を n_y として、 $n_x > n_z > n_y$ の順の屈折率を示し、

上記保護層は、その各々の厚さが d_{TACO} であり、厚さ方向に光軸を持ちその厚さ方向と直交する面内には概ね等方的な1軸性の位相差板であって、厚さ方向の屈折率 n_{zt} が面内の方向の屈折率 n_{xy} より小さい負の位相差板としての特性を示し、

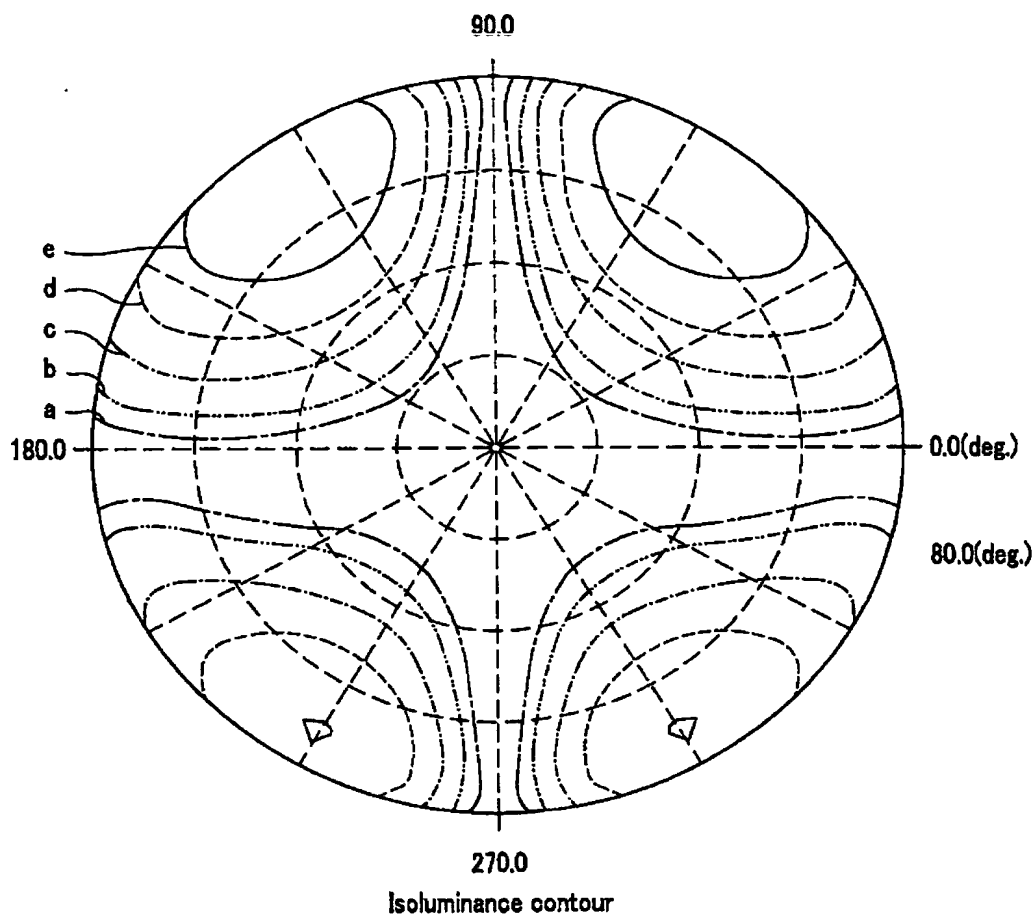
上記波長 λ において、上記位相差板の面方向の光路長差 $(n_x - n_y) \cdot d_{RF1}$ を Δnd_{RF1} 、上記保護層の負の光路長差の絶対値 $(n_{xy} - n_{zt}) \cdot d_{TACO}$ を Δnd_{TACO} としたとき、上記位相差板の上記最大の屈折率 n_x を示す方向が上記液晶層の配向された上記液晶分子の異常光屈折率方位と直交し、上記位相差板の面方向の光路長差 Δnd_{RF1} は概ね下式で示されることを特徴とする請求の範囲第11項記載の液晶表示装置。

$$\Delta nd_{RF1} = \frac{\lambda}{2\pi} \left[2\pi - 2 \tan^{-1} \left(\frac{4\pi}{\lambda} \Delta nd_{TACO} \right) \right]$$

- [18] 18. 上記第1の位相差板は、厚さが d_{RF1} の1軸性位相差板であり、厚さ方向の屈折率を n_z 、当該厚さ方向と直交する面内で最大の屈折率を n_x とし、上記最大の屈折率 n_x を示す方向及び上記厚さ方向と直交する方向の屈折率を n_y として、 $n_x > n_z = n_y$ の順の屈折率を示し、

可視光領域の所定の波長 λ において、上記位相差板の面方向の光路長差 $(n_x - n_y) \cdot d_{RF1}$ を Δnd_{RF1} とし、上記液晶板の液晶層の厚さを d_{LC} 、上記液晶層の液晶分子の異常光屈折率を n_e 、上記液晶層の液晶分子の常光屈折率を n_o とし、上記液晶板の液晶層の光路長差 $(n_e - n_o) \cdot d_{LC}$ を Δnd_{LC} としたとき、上記最大の屈折率 n_x を示す方位が上記液晶層の配向された上記液晶分子の異常光屈折率方位と一致し、 Δnd_{RF1} と上記液晶層の光路長差 Δnd_{LC} との和が概ね λ となることを特徴とする請求の範囲第11項記載の液晶表示装置。

[図1]



| | | |
|---|-------|----------|
| a | ----- | 0.001000 |
| b | ----- | 0.002000 |
| c | ----- | 0.005000 |
| d | ----- | 0.010000 |
| e | ----- | 0.020000 |

FIG. 1

[図2]

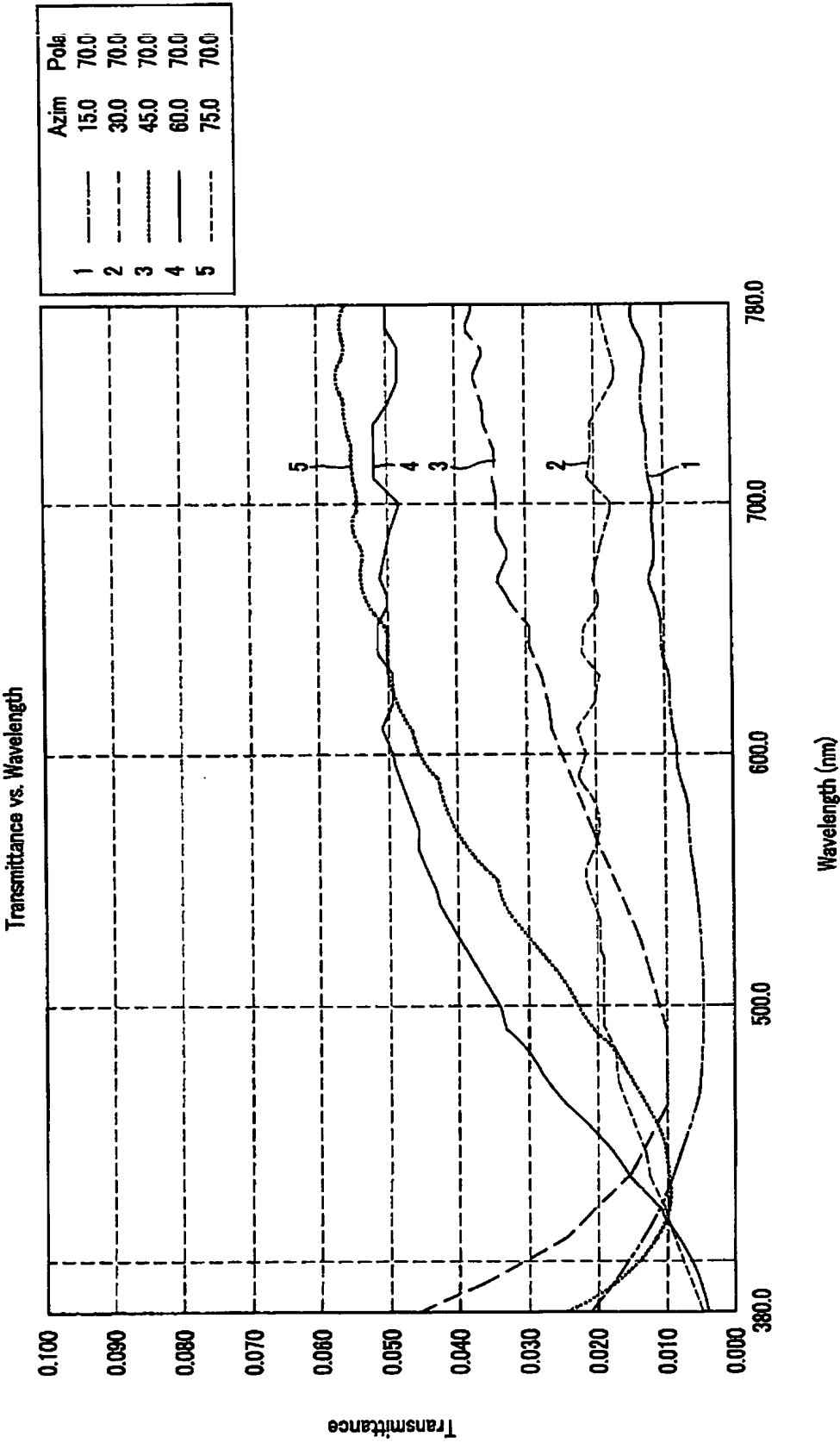


FIG.2

[図3]

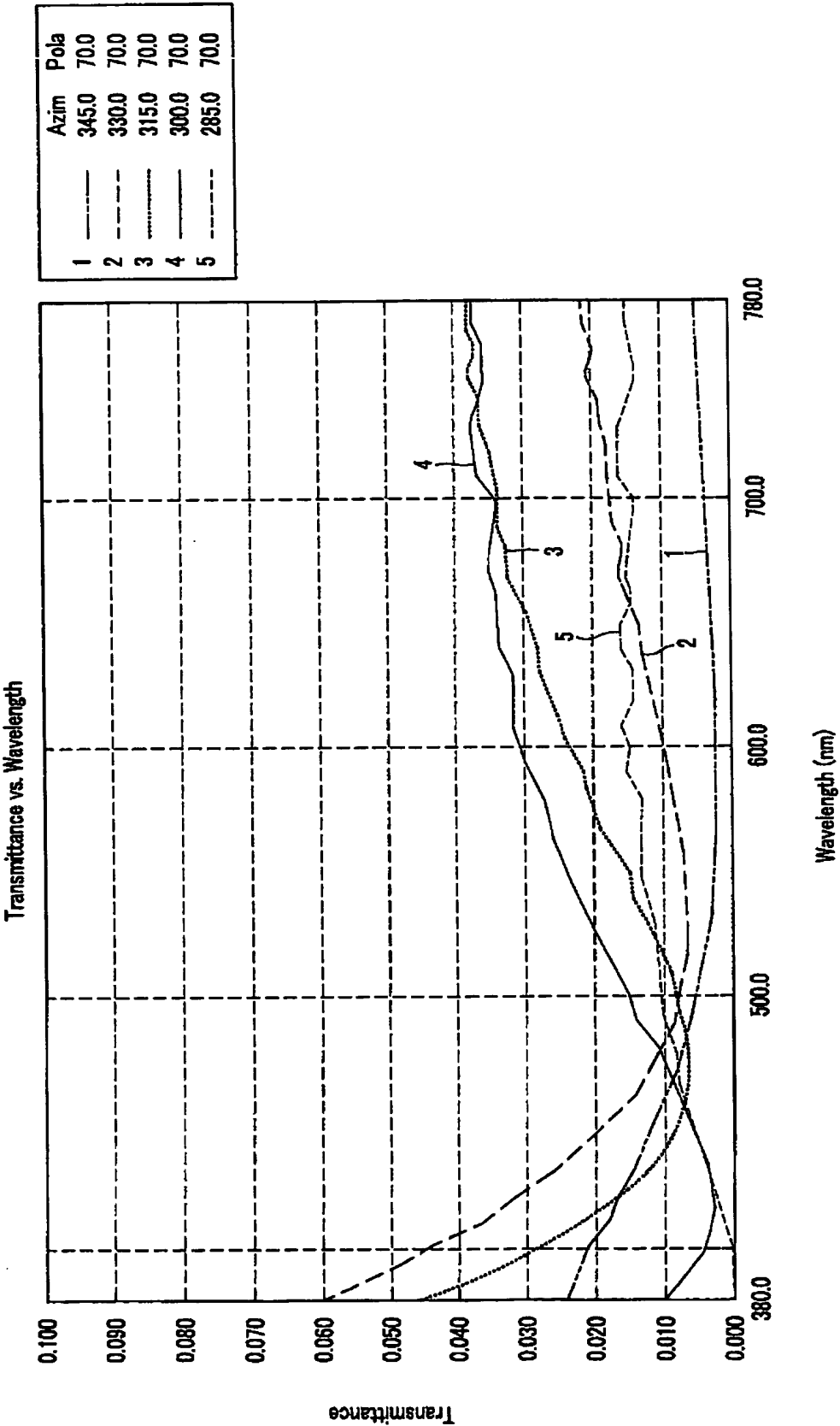


FIG.3

[図4]

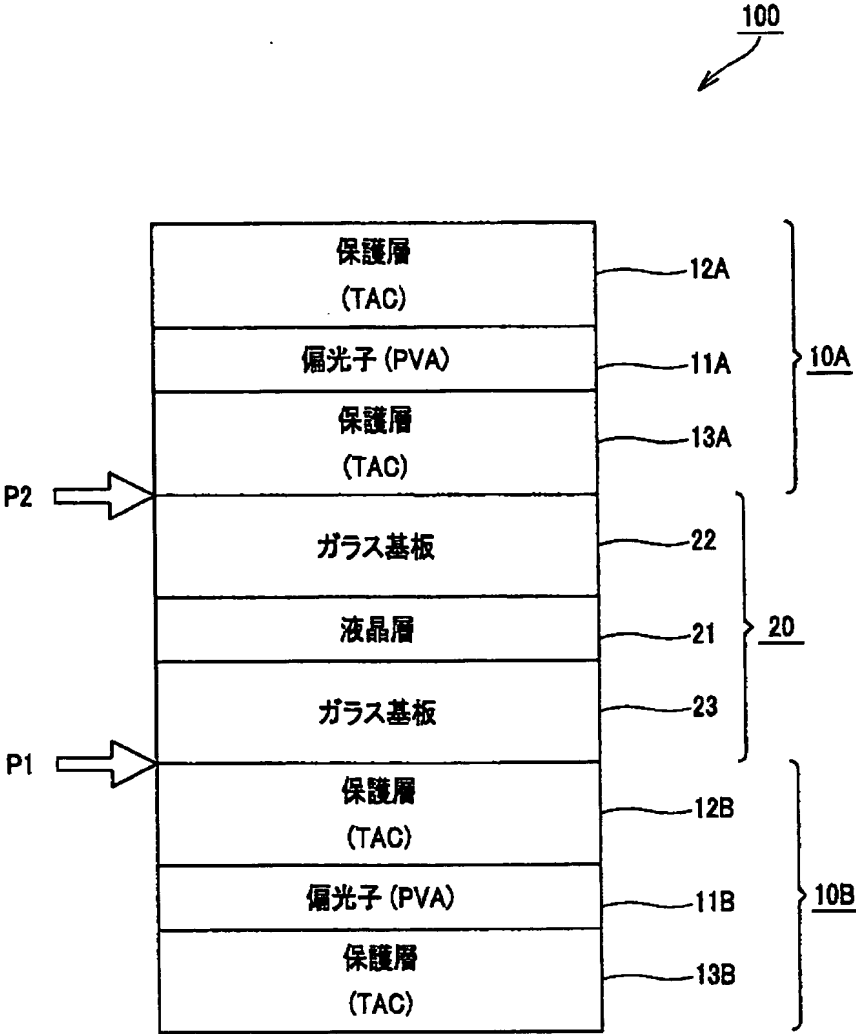
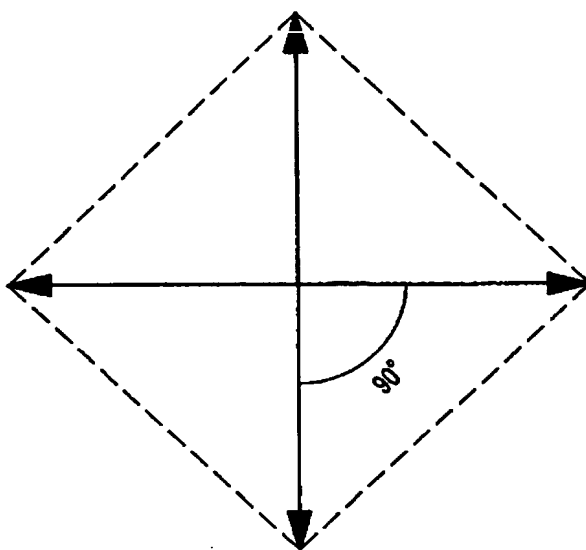
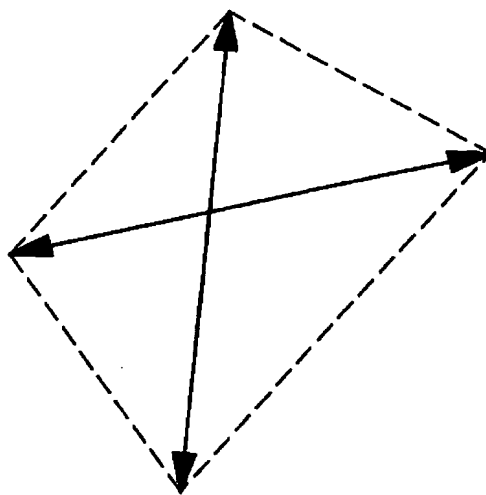


FIG.4

[図5]



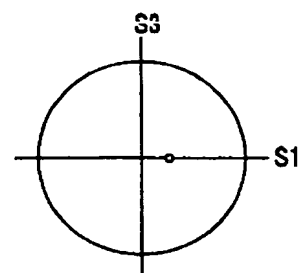
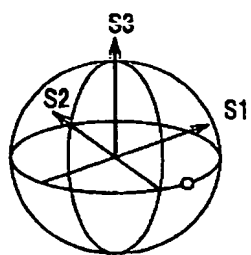
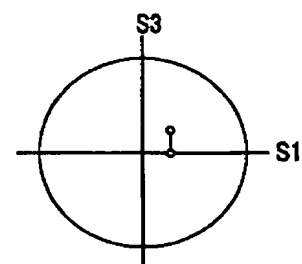
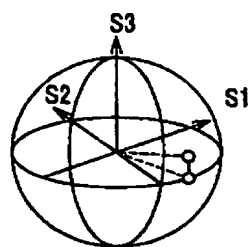
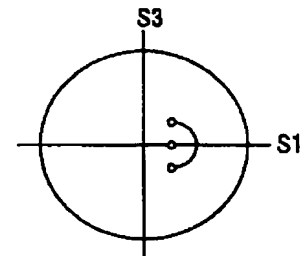
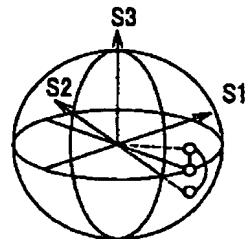
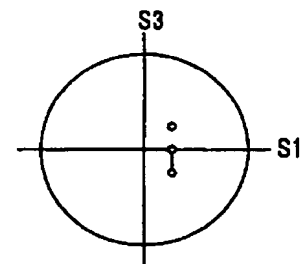
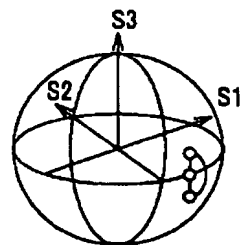
正面から見た場合の
偏光板軸角度

FIG.5A

斜めから見た場合の
偏光板軸角度

FIG.5B

[図6]

FIG.6A入射偏光子
通過後**FIG.6B**入射偏光板TAC
通過後**FIG.6C**IPS 液晶層
通過後**FIG.6D**出射偏光板TAC
通過後

斜視図

S2 方向から見た図

[図7]

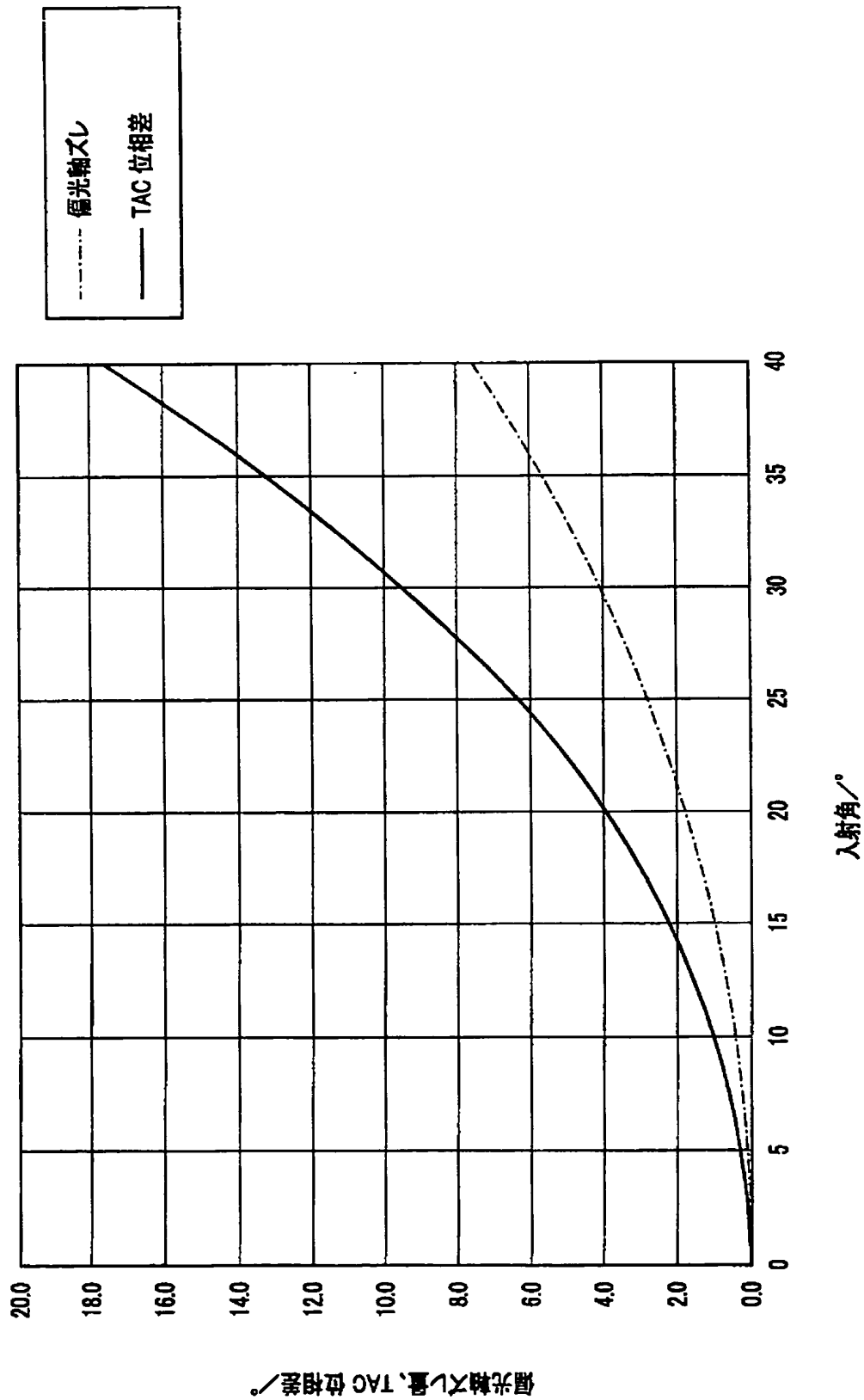


FIG.7

[図8]

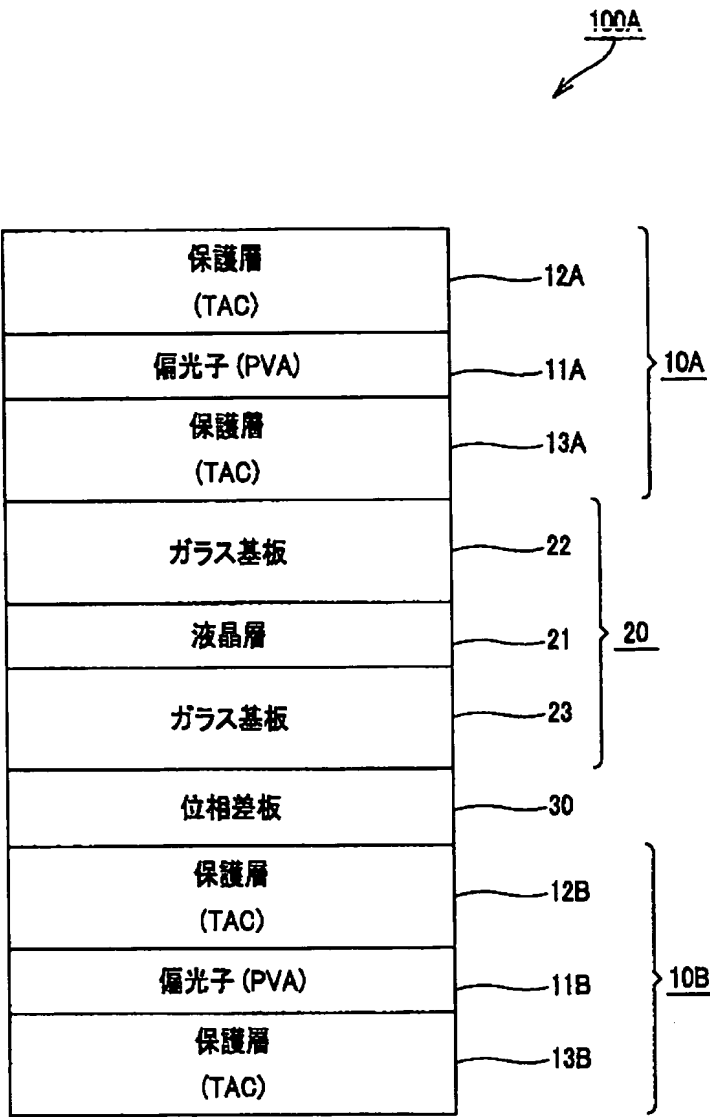


FIG.8

[図9]

FIG9A

入射偏光子
通過後

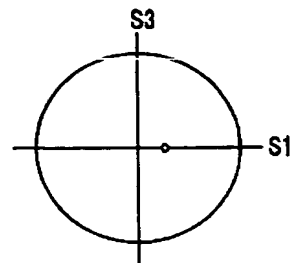
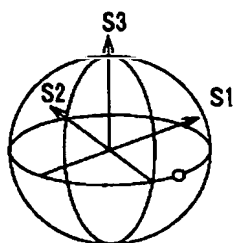


FIG9B

入射偏光板TAC
通過後

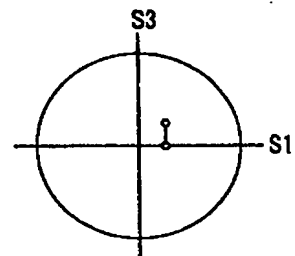
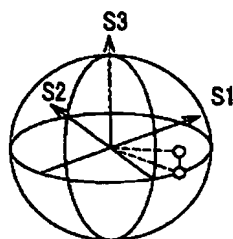


FIG9C

IPS 液晶層
通過後

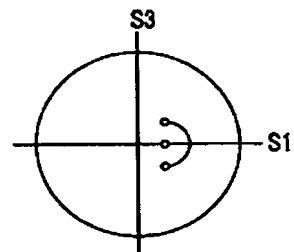
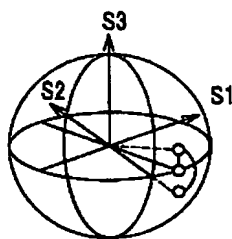


FIG9D

位相差板
通過後

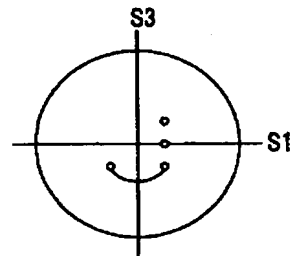
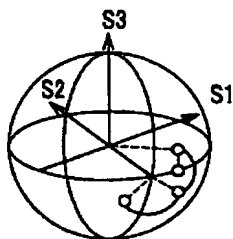
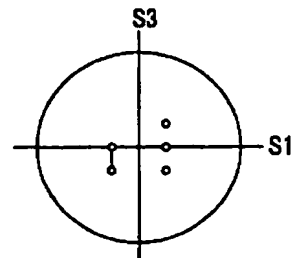
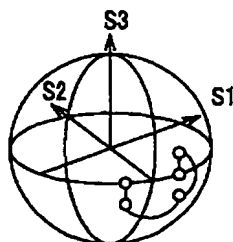


FIG9E

出射偏光板TAC
通過後



斜視図

S2 方向から見た図

[図10]

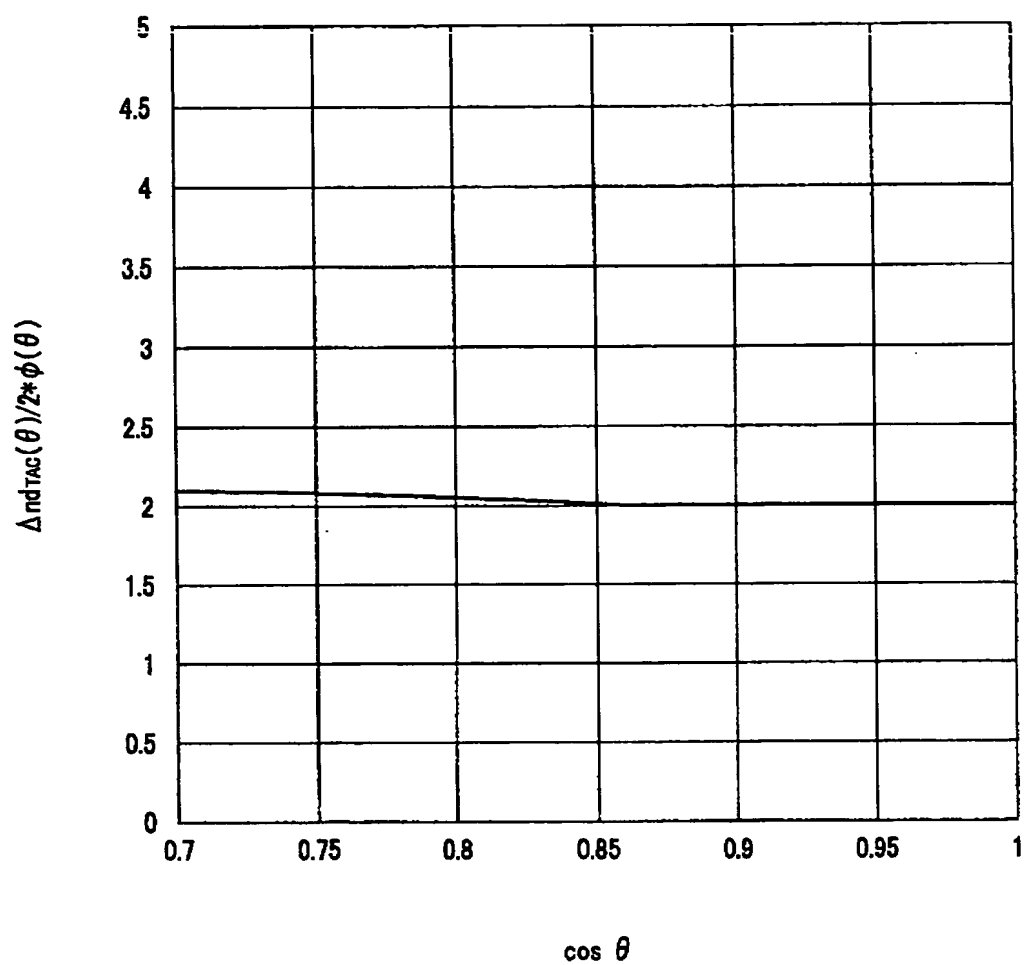


FIG.10

[図11]

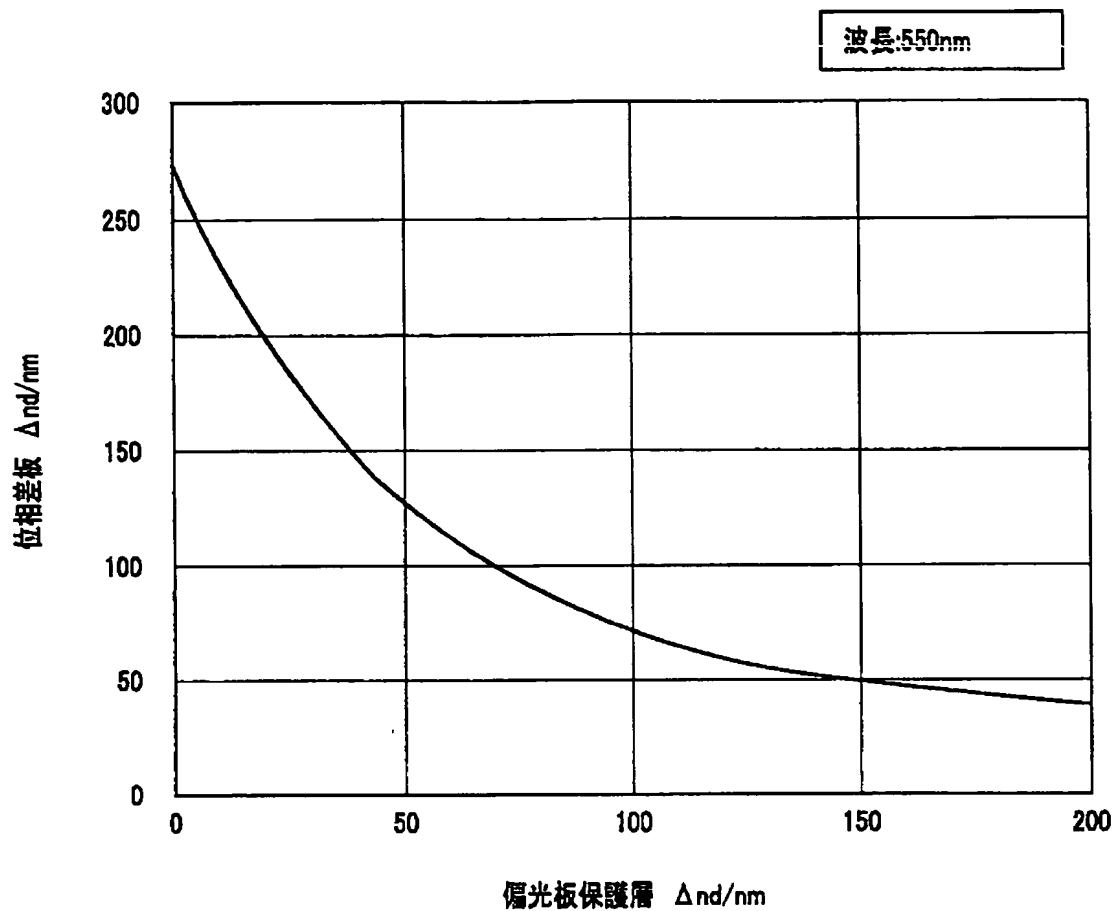
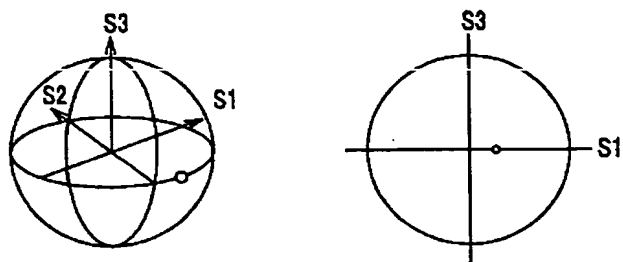
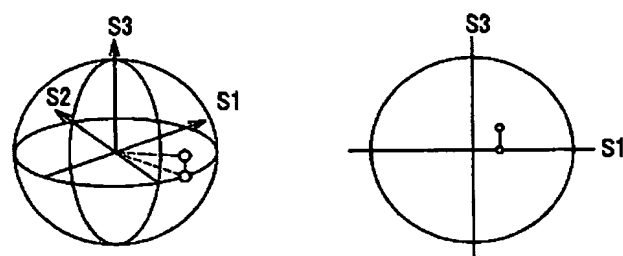
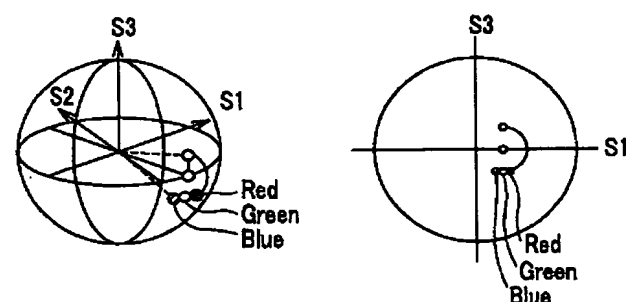
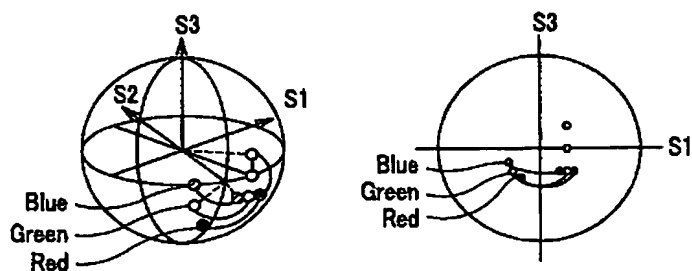
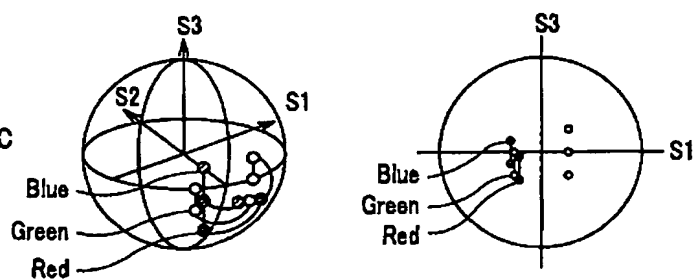


FIG.11

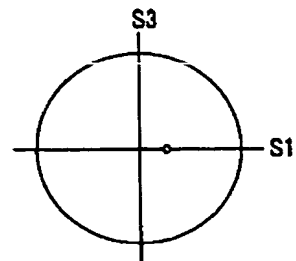
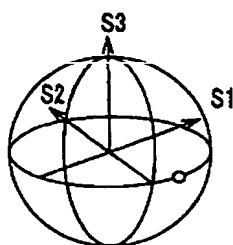
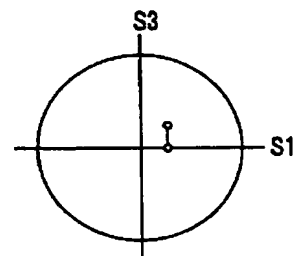
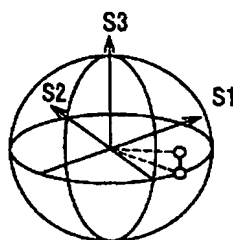
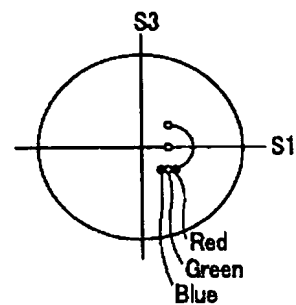
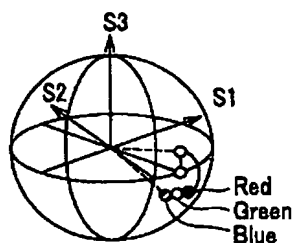
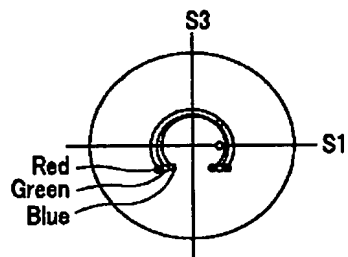
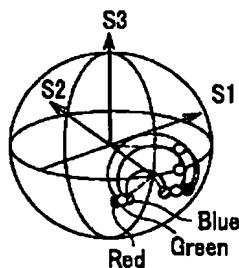
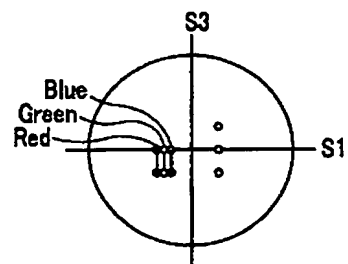
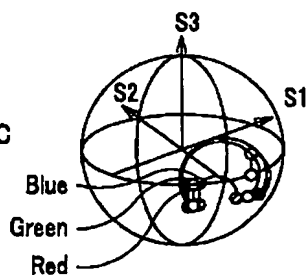
[図12]

FIG12A入射偏光子
通過後**FIG12B**入射偏光板TAC
通過後**FIG12C**IPS 液晶層
通過後**FIG12D**位相差板
通過後**FIG12E**出射偏光板TAC
通過後

斜視図

S2 方向から見た図

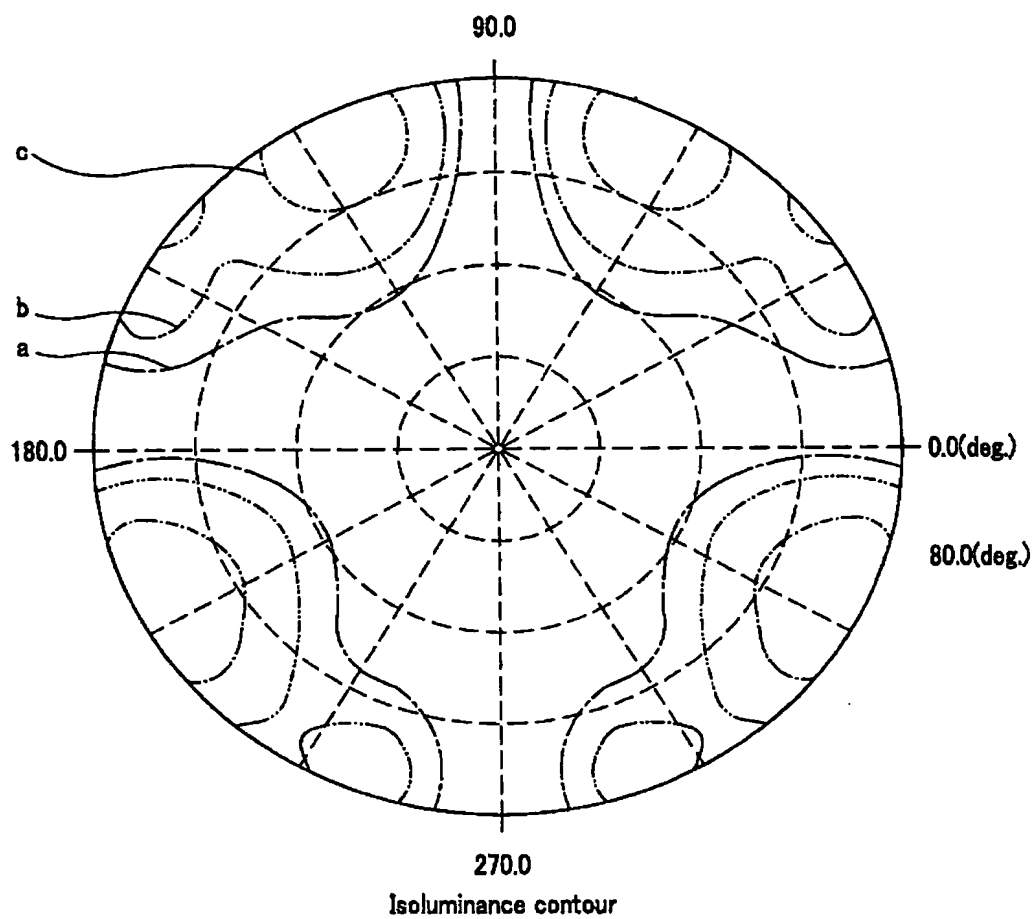
[図13]

FIG13A入射偏光子
通過後**FIG13B**入射偏光板TAC
通過後**FIG13C**IPS 液晶層
通過後**FIG13D**位相差板
通過後**FIG13E**出射偏光板TAC
通過後

斜視図

S2 方向から見た図

[図14]



| | | |
|---|-------|----------|
| a | ----- | 0.001000 |
| b | ----- | 0.002000 |
| c | ----- | 0.005000 |
| d | ----- | 0.010000 |

FIG.14

[図15]

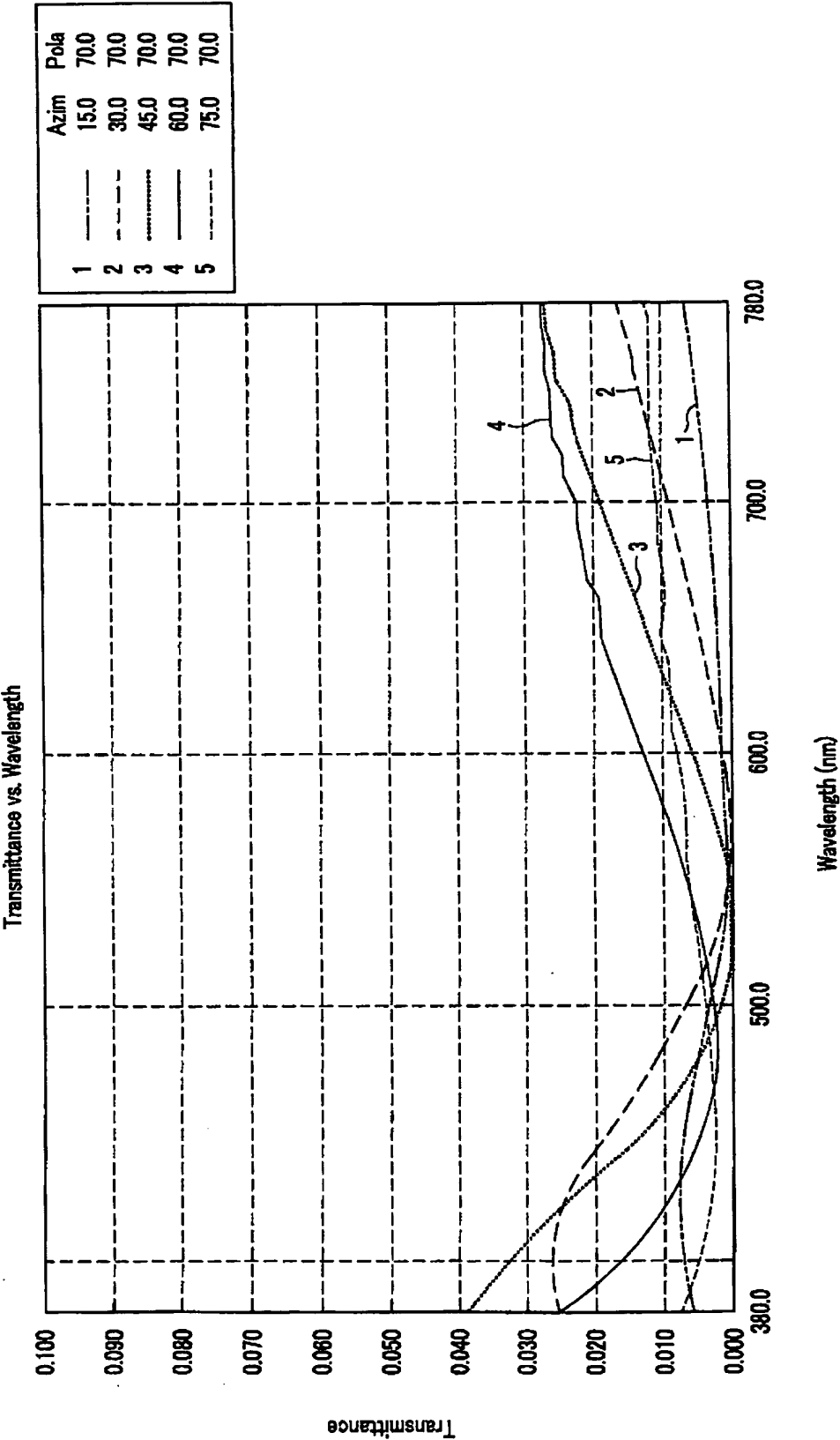


FIG.15

[図16]

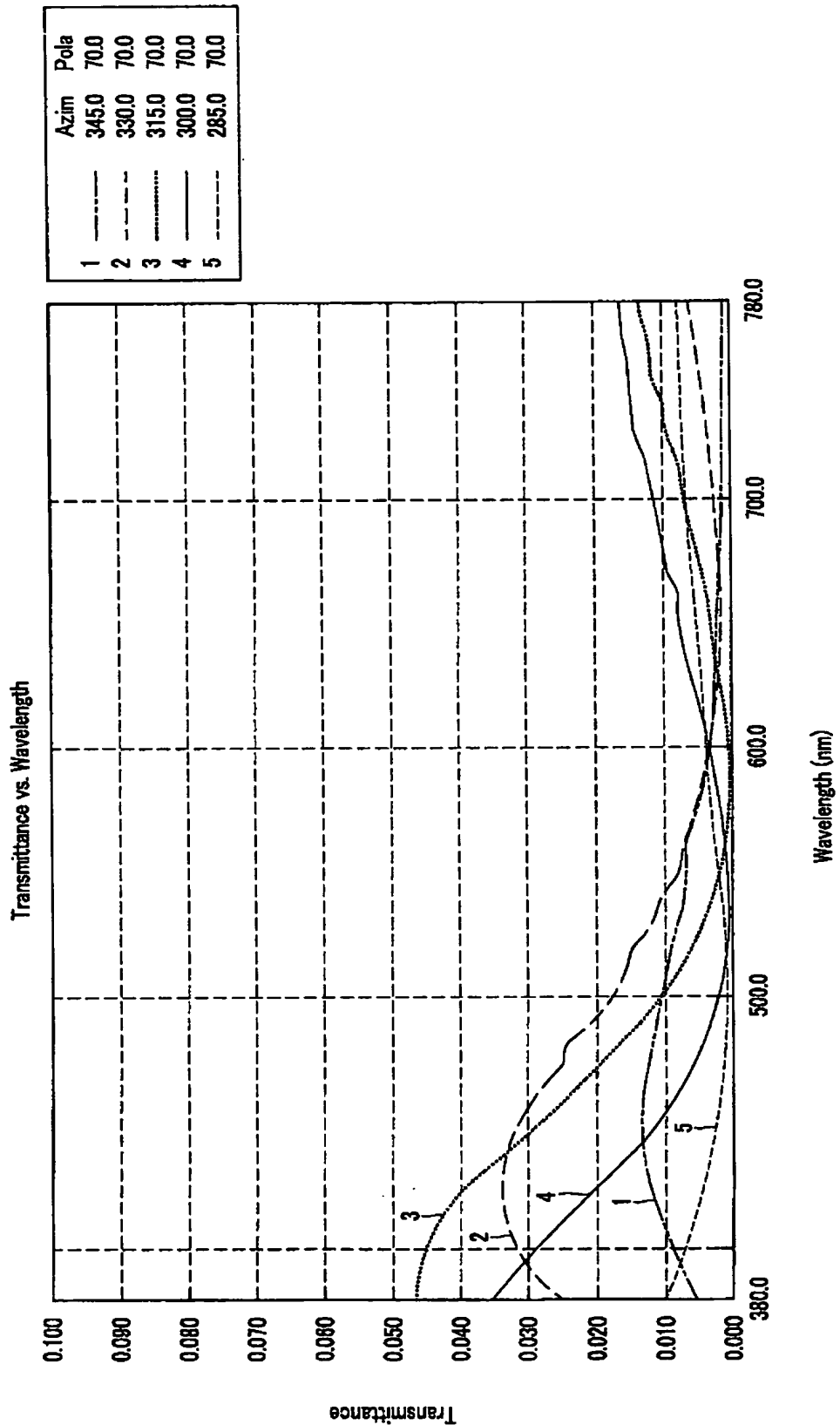
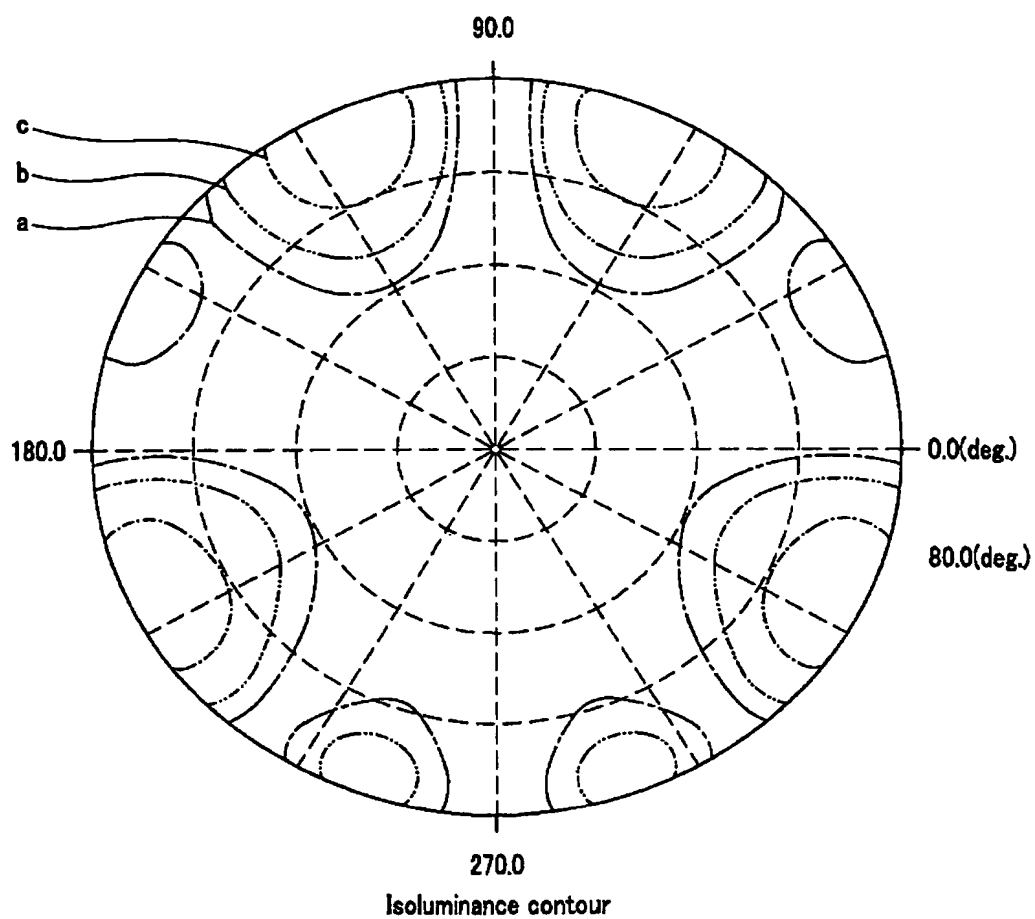


FIG.16

[図17]



| | | |
|---|-------|----------|
| a | ----- | 0.001000 |
| b | ----- | 0.002000 |
| c | ----- | 0.005000 |
| d | ----- | 0.010000 |

FIG.17

[図18]

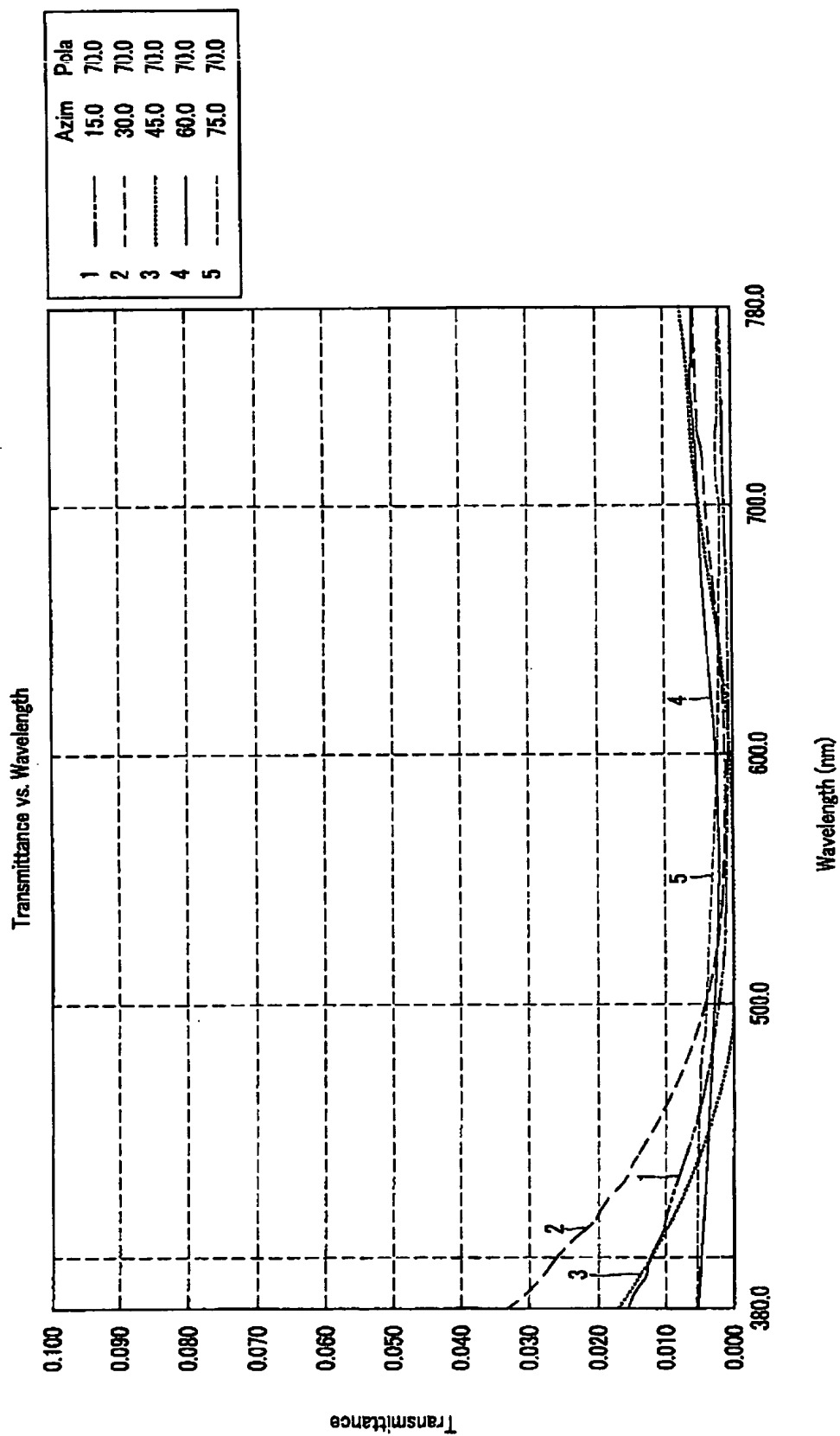



FIG.18

[19]

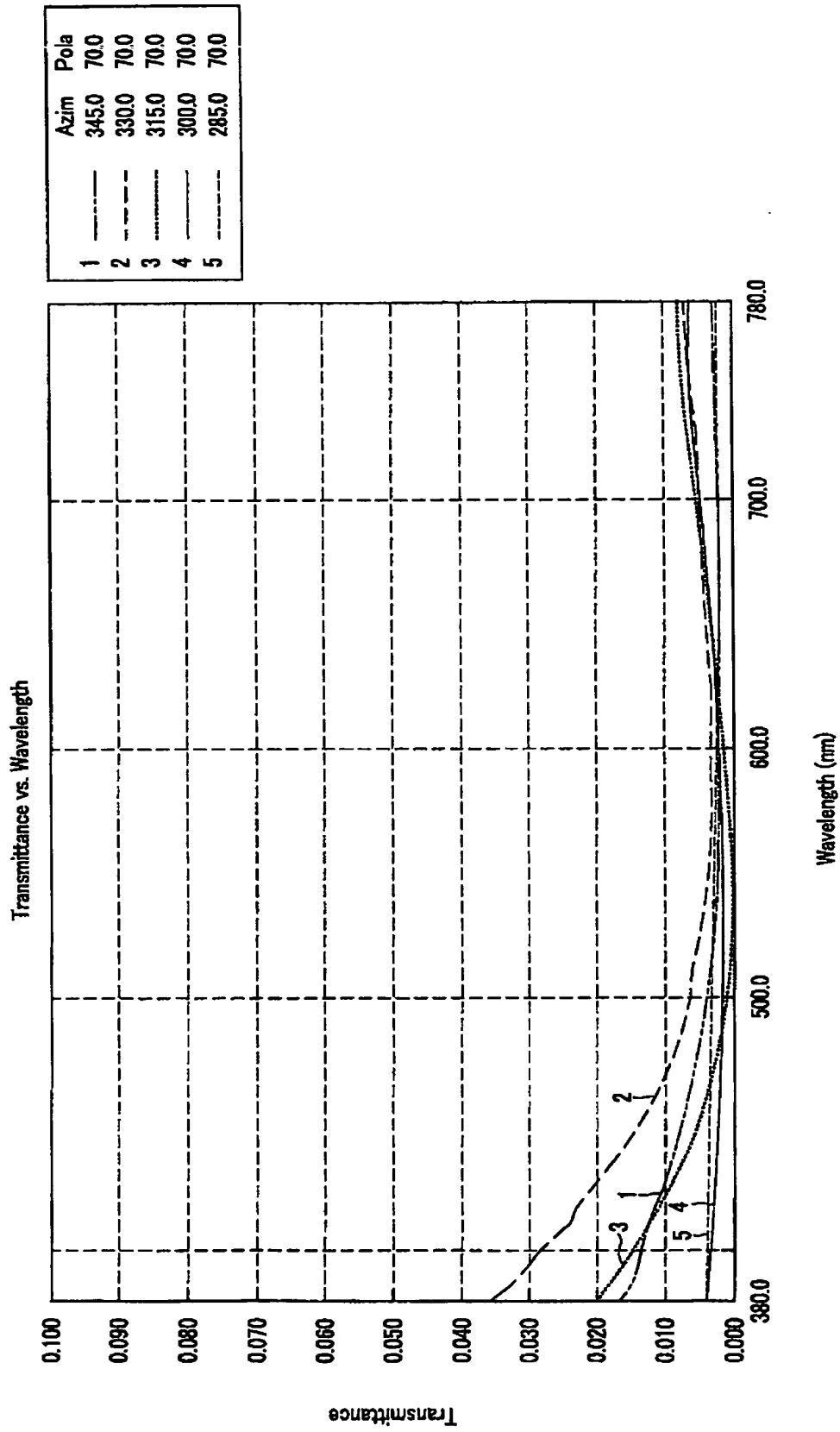
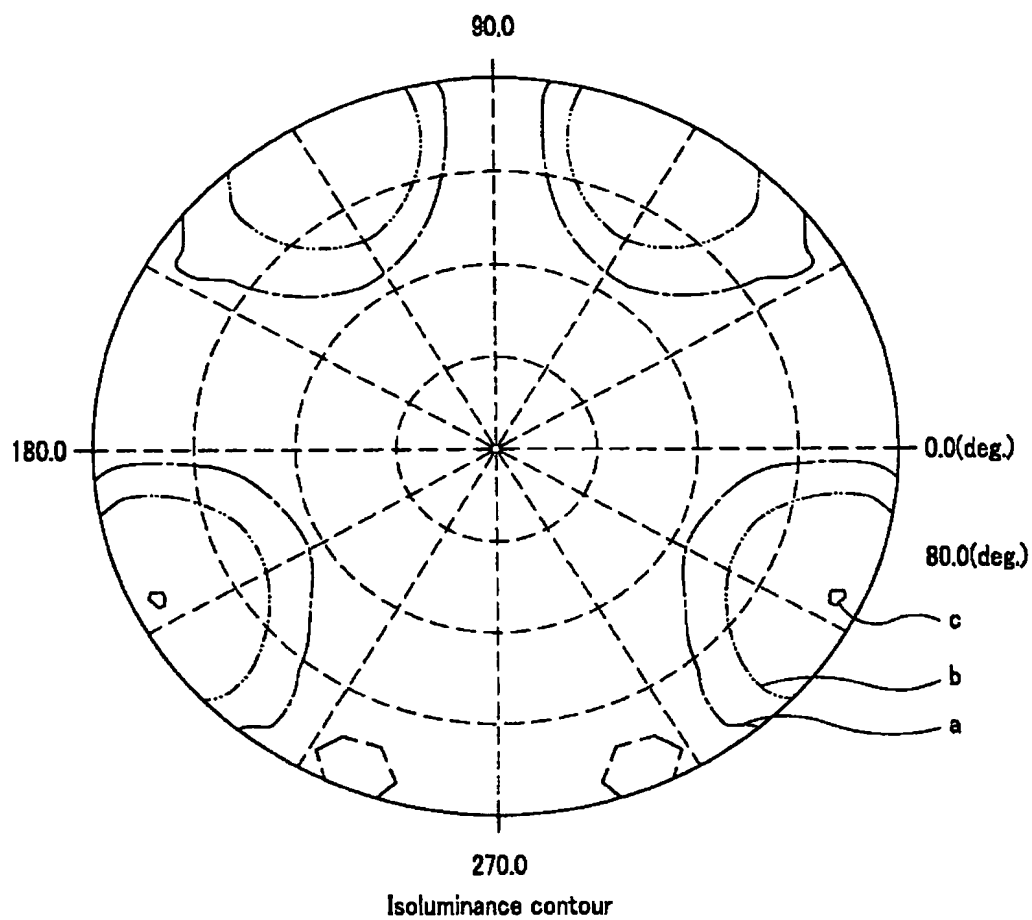


FIG.19

[図20]



| | | |
|---|-------|----------|
| a | ----- | 0.001000 |
| b | ----- | 0.002000 |
| c | ----- | 0.005000 |
| d | ----- | 0.010000 |

FIG.20

[図21]

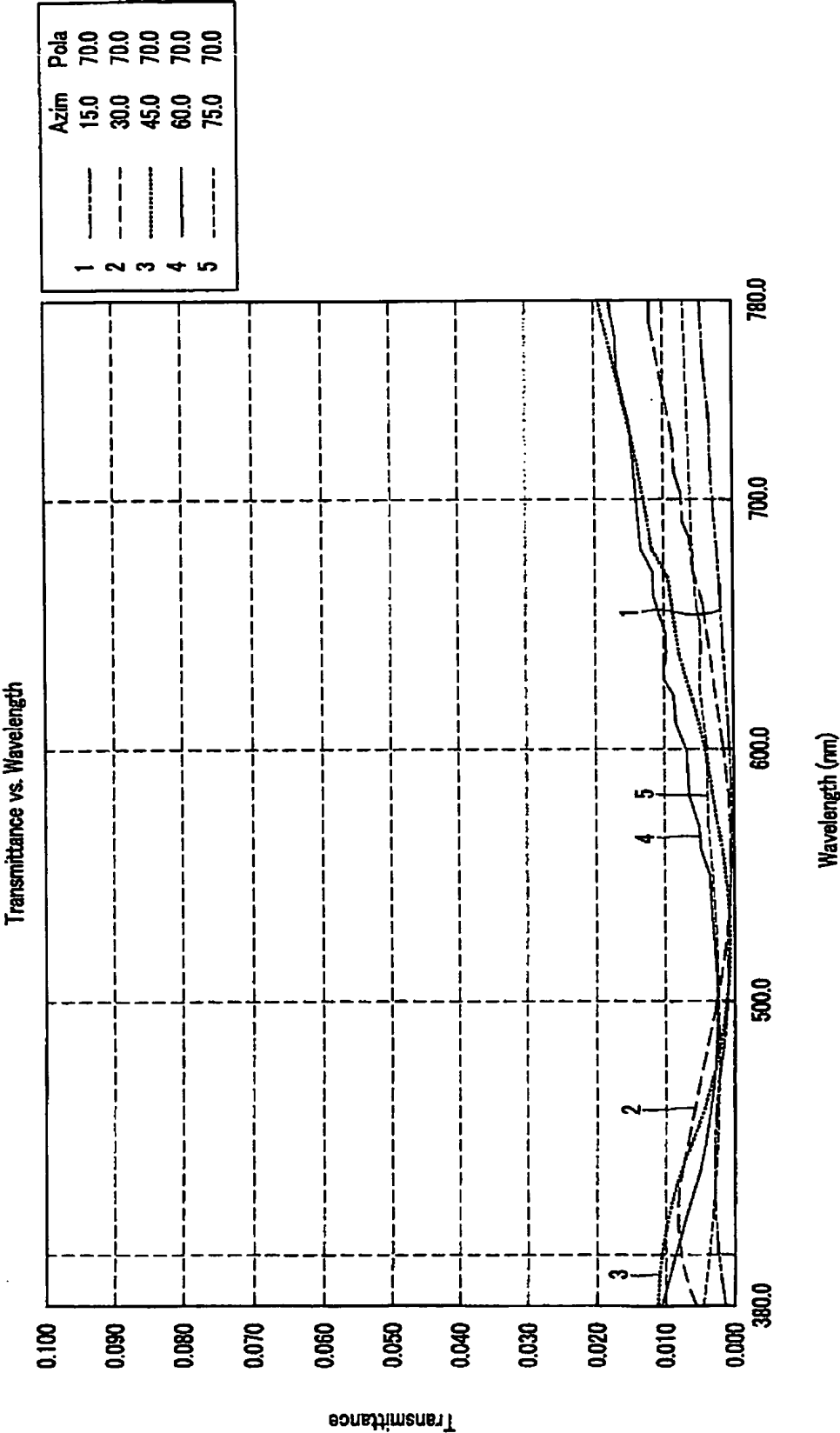


FIG.21

[図22]

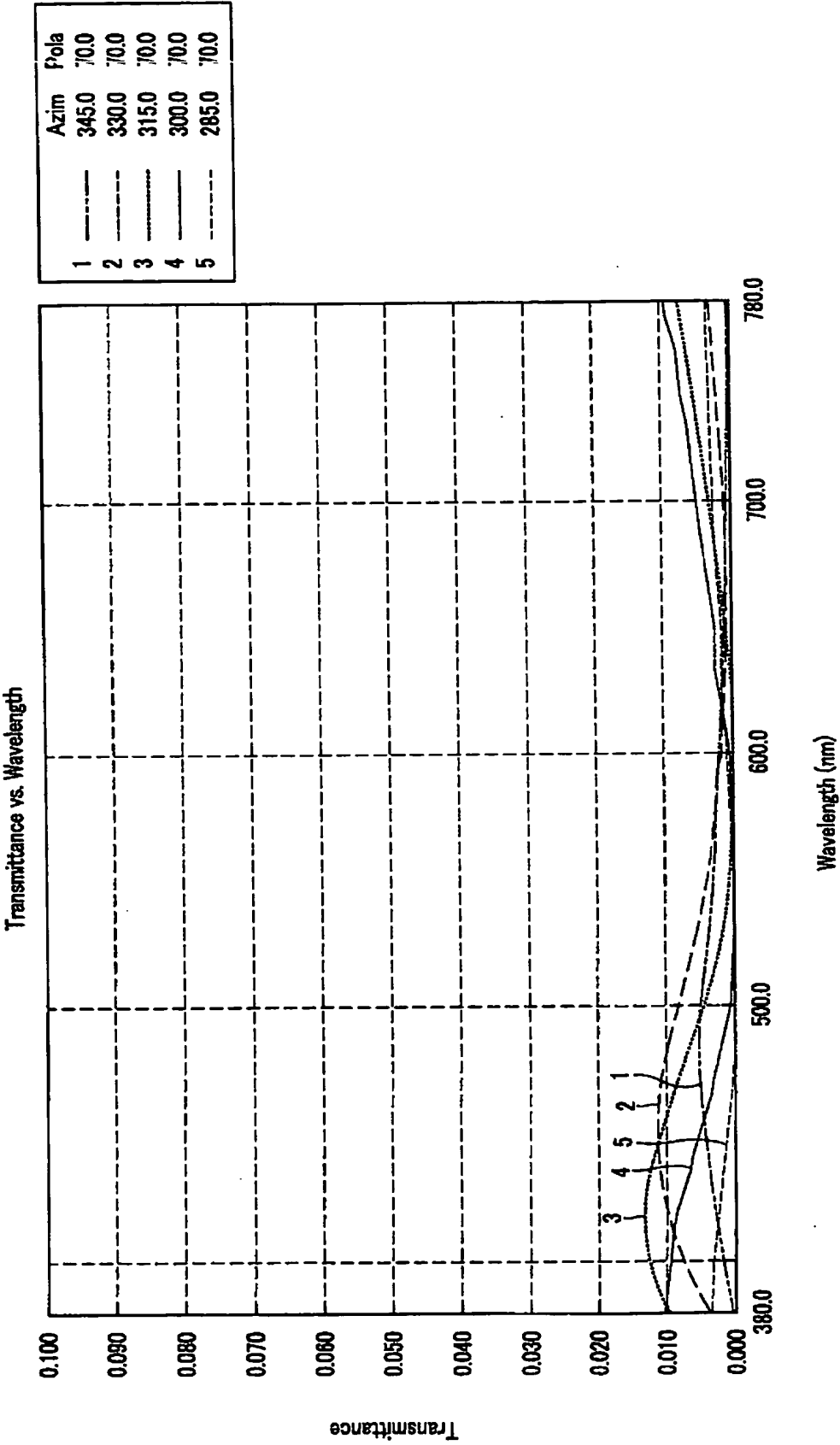
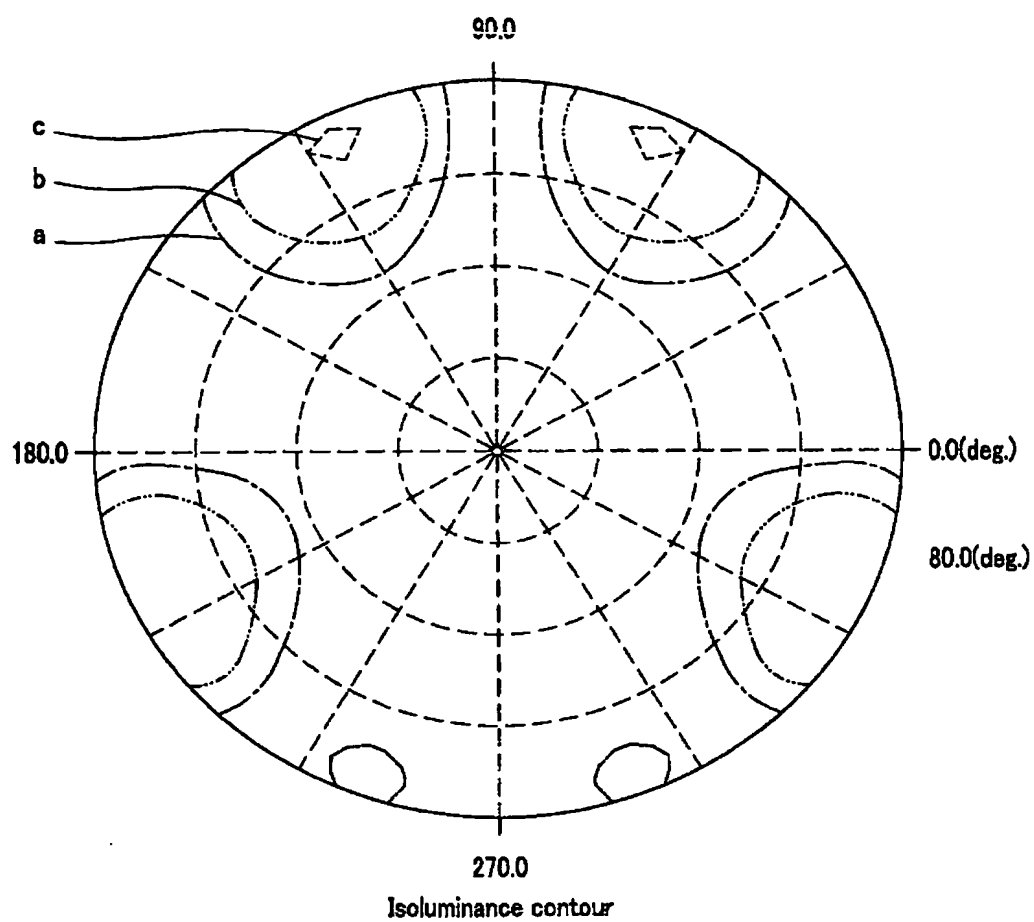


FIG.22

[図23]



| | | |
|---|-------|----------|
| a | ----- | 0.001000 |
| b | ----- | 0.002000 |
| c | ----- | 0.005000 |
| d | ----- | 0.010000 |

FIG.23

[図24]

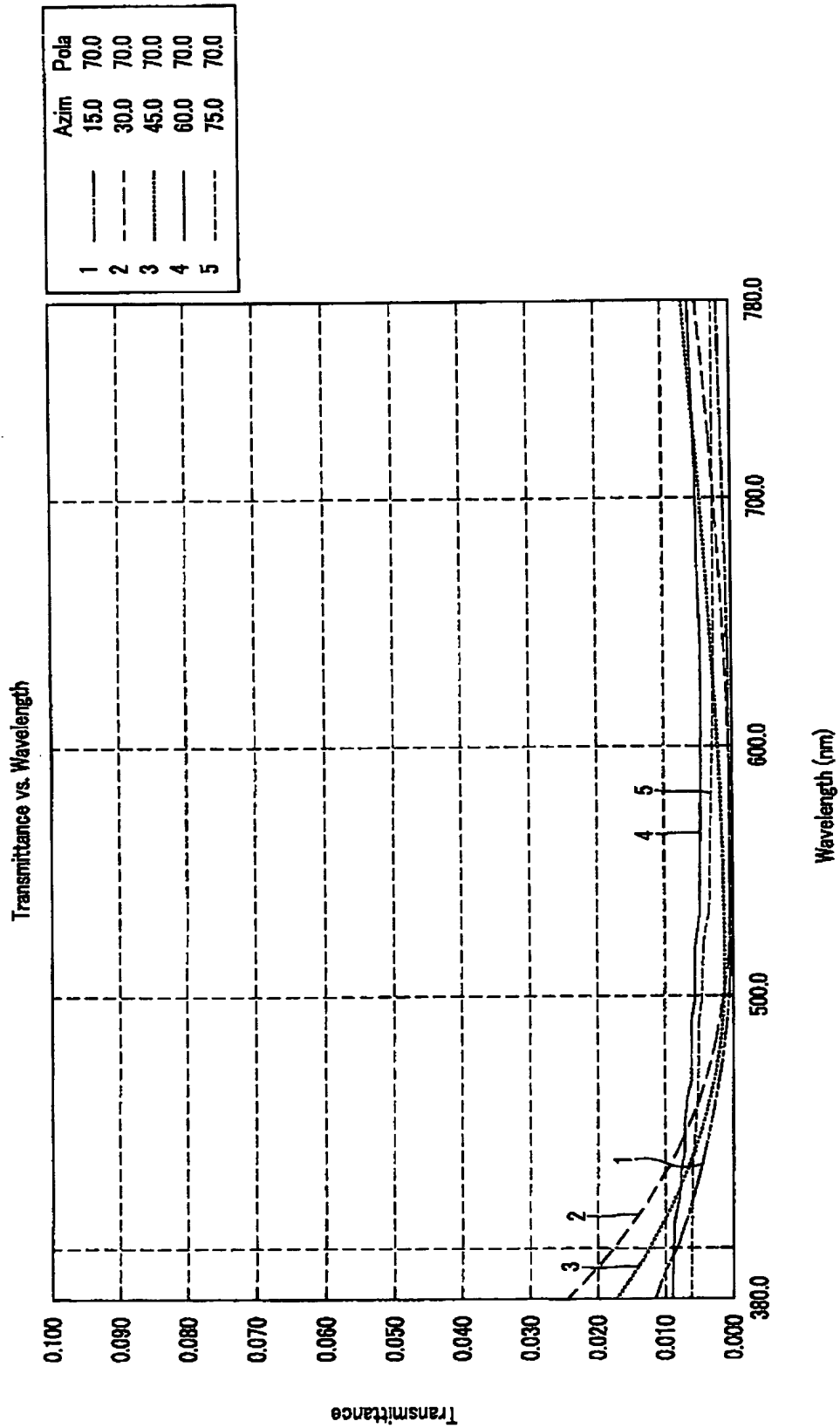


FIG.24

[図25]

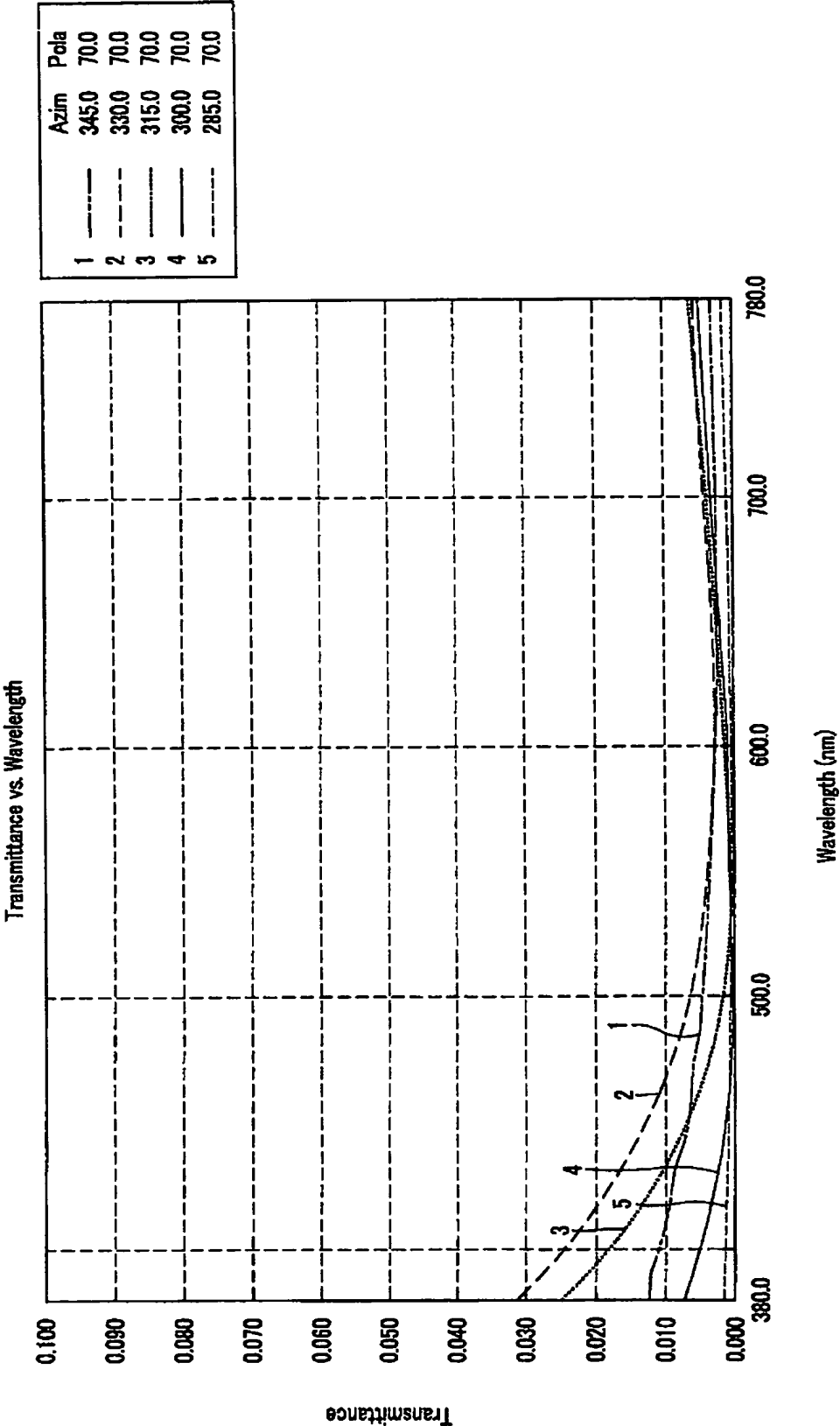
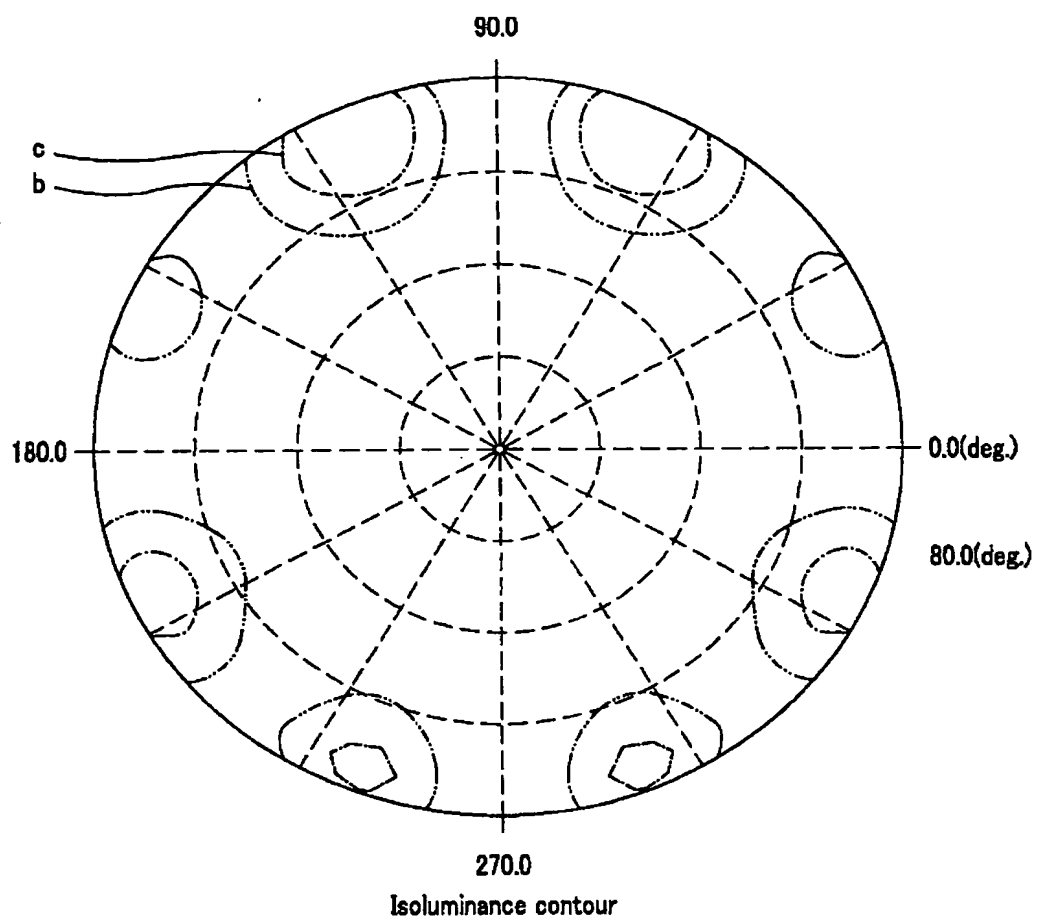


FIG.25

[図26]

**FIG.26**

[図27]

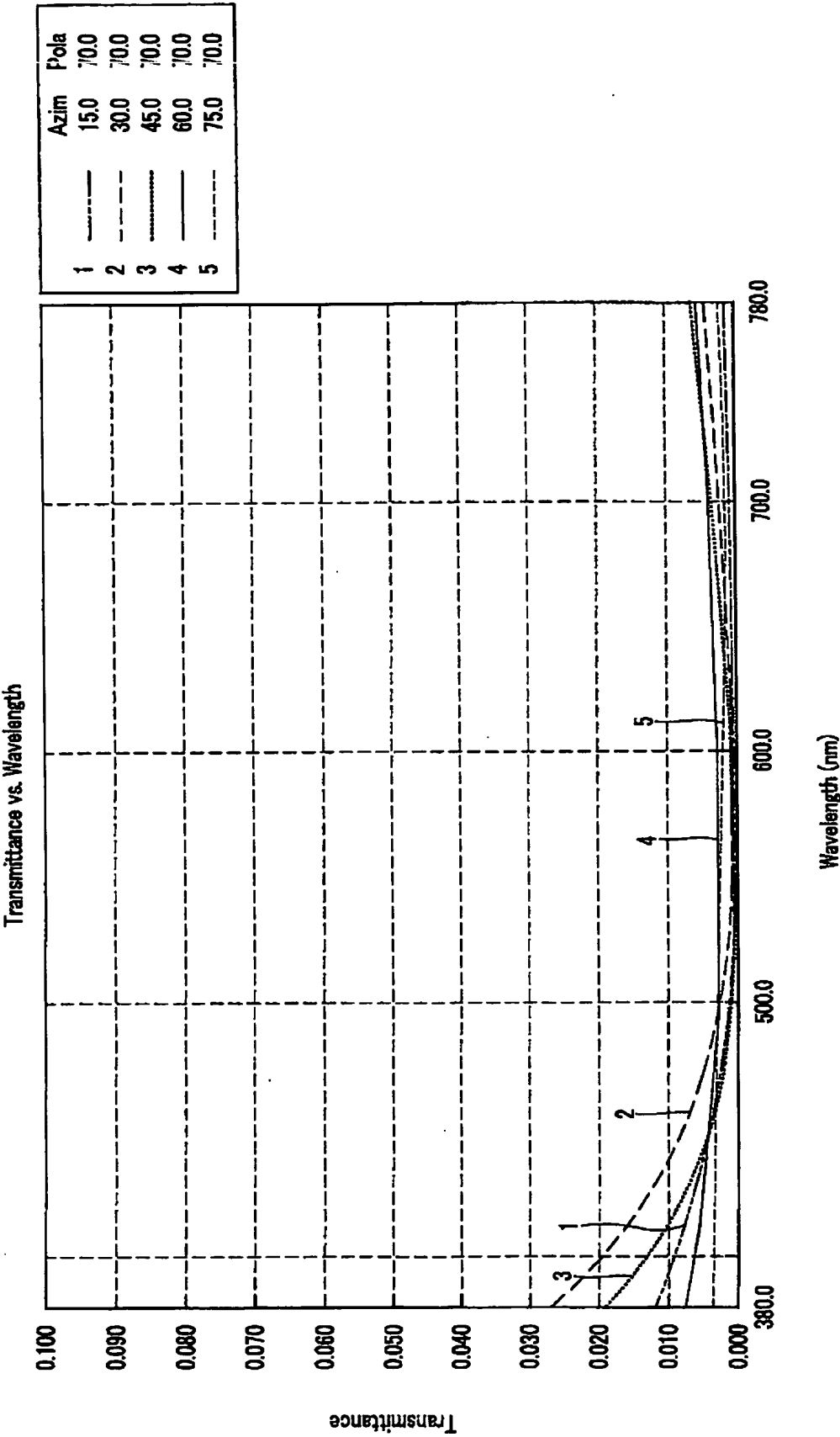


FIG.27

[ 28]

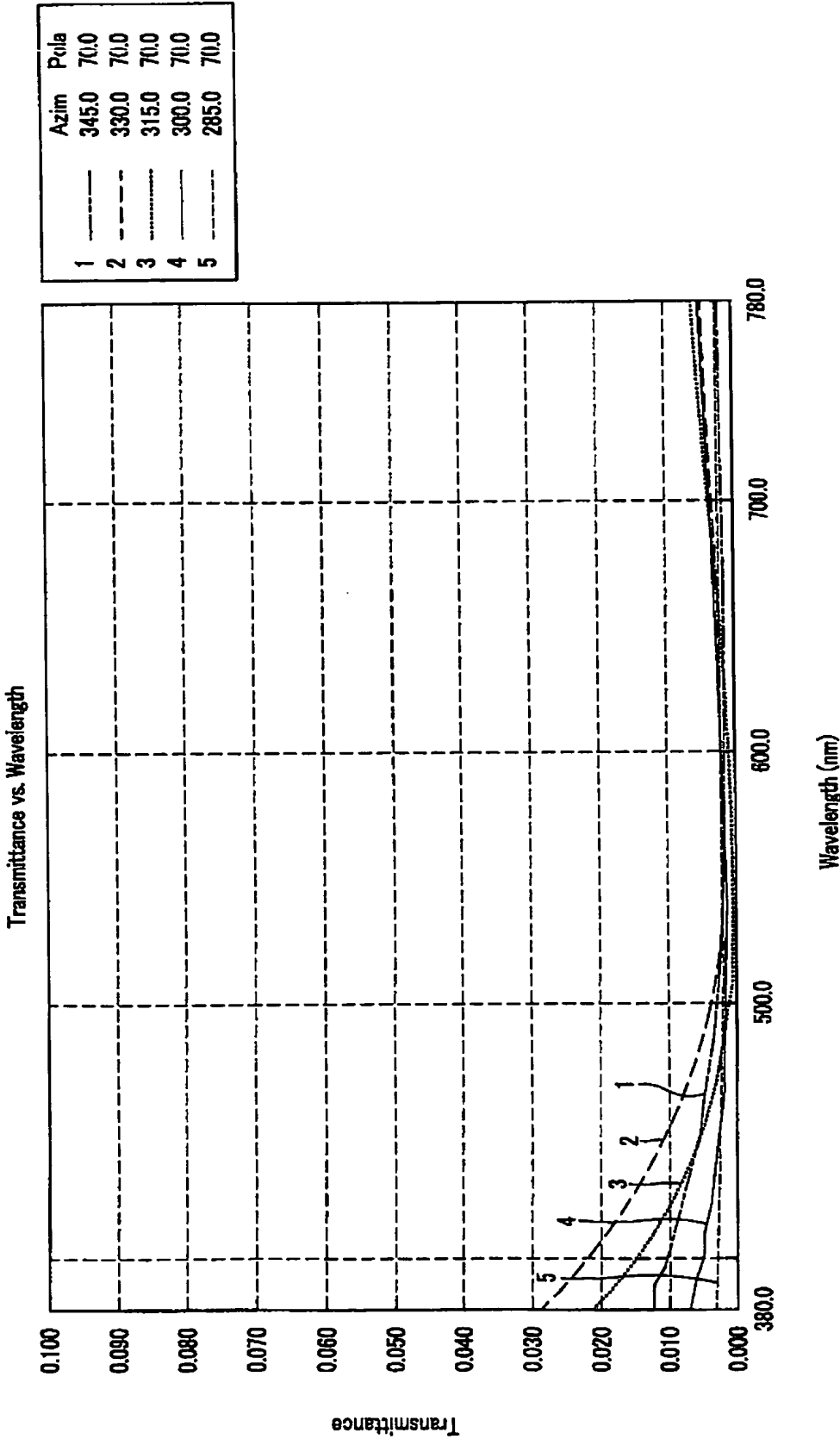
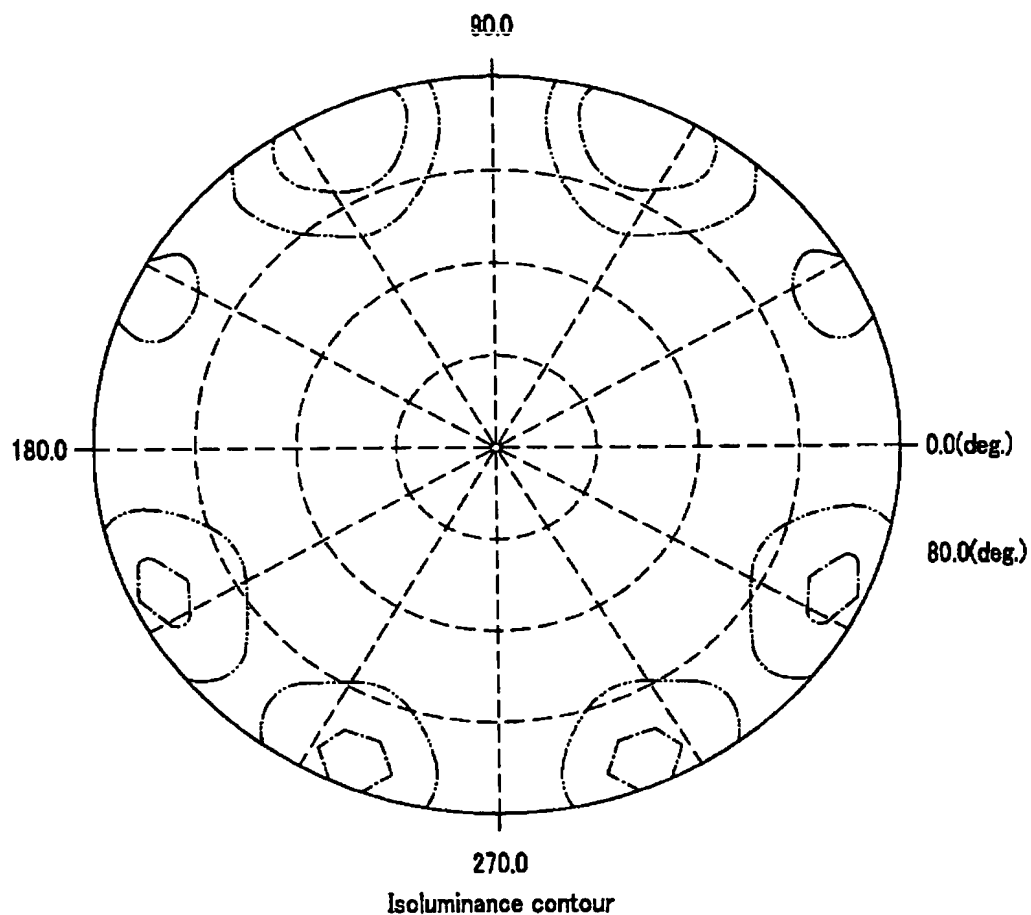


FIG.28

[図29]



| | |
|-------|----------|
| ——— | 0.200000 |
| ----- | 0.100000 |
| | 0.050000 |
| ——— | 0.020000 |
| ----- | 0.010000 |
| | 0.005000 |
| ——— | 0.002000 |
| ----- | 0.001000 |

FIG.29

[図30]

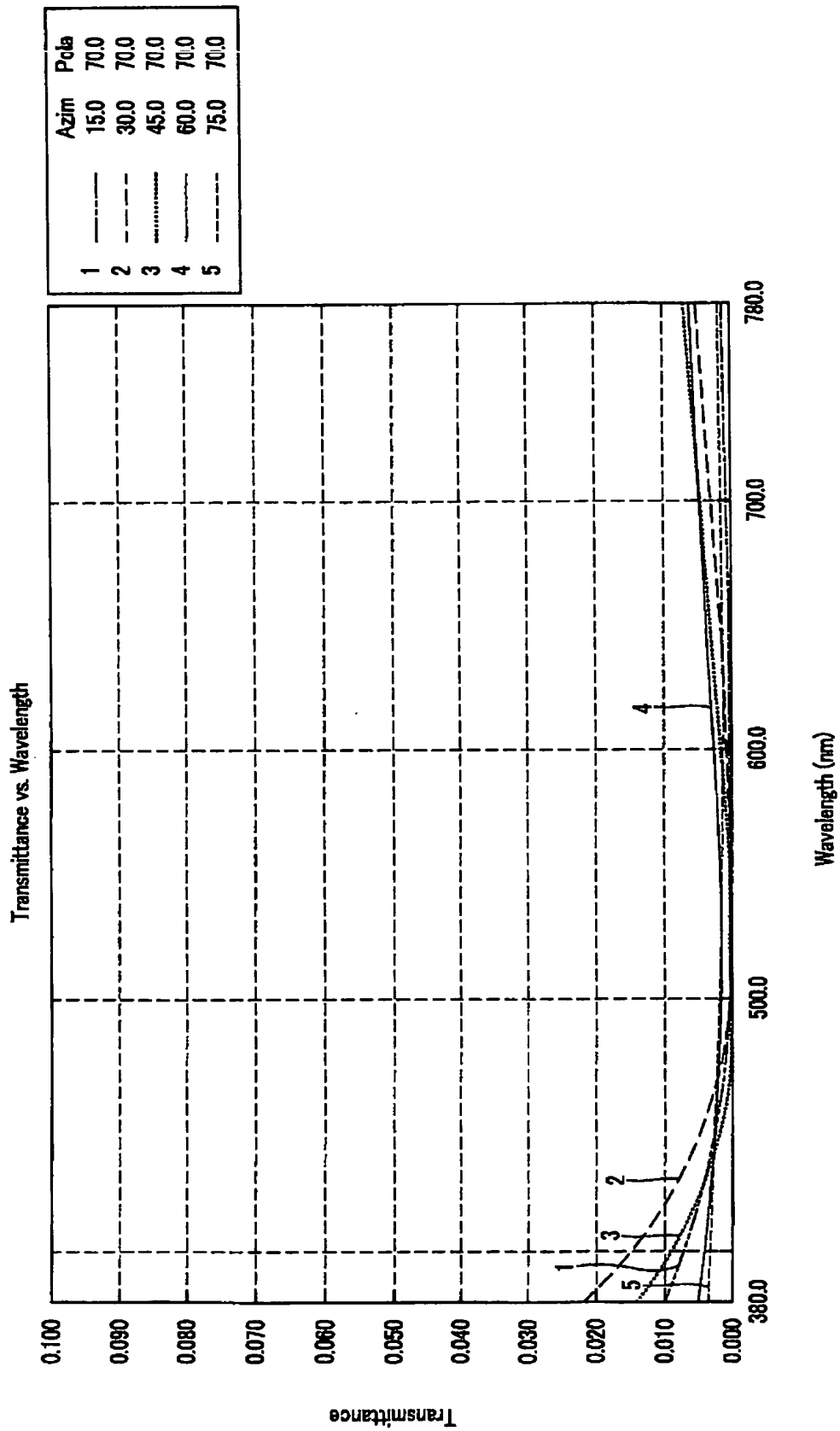


FIG.30

[図31]

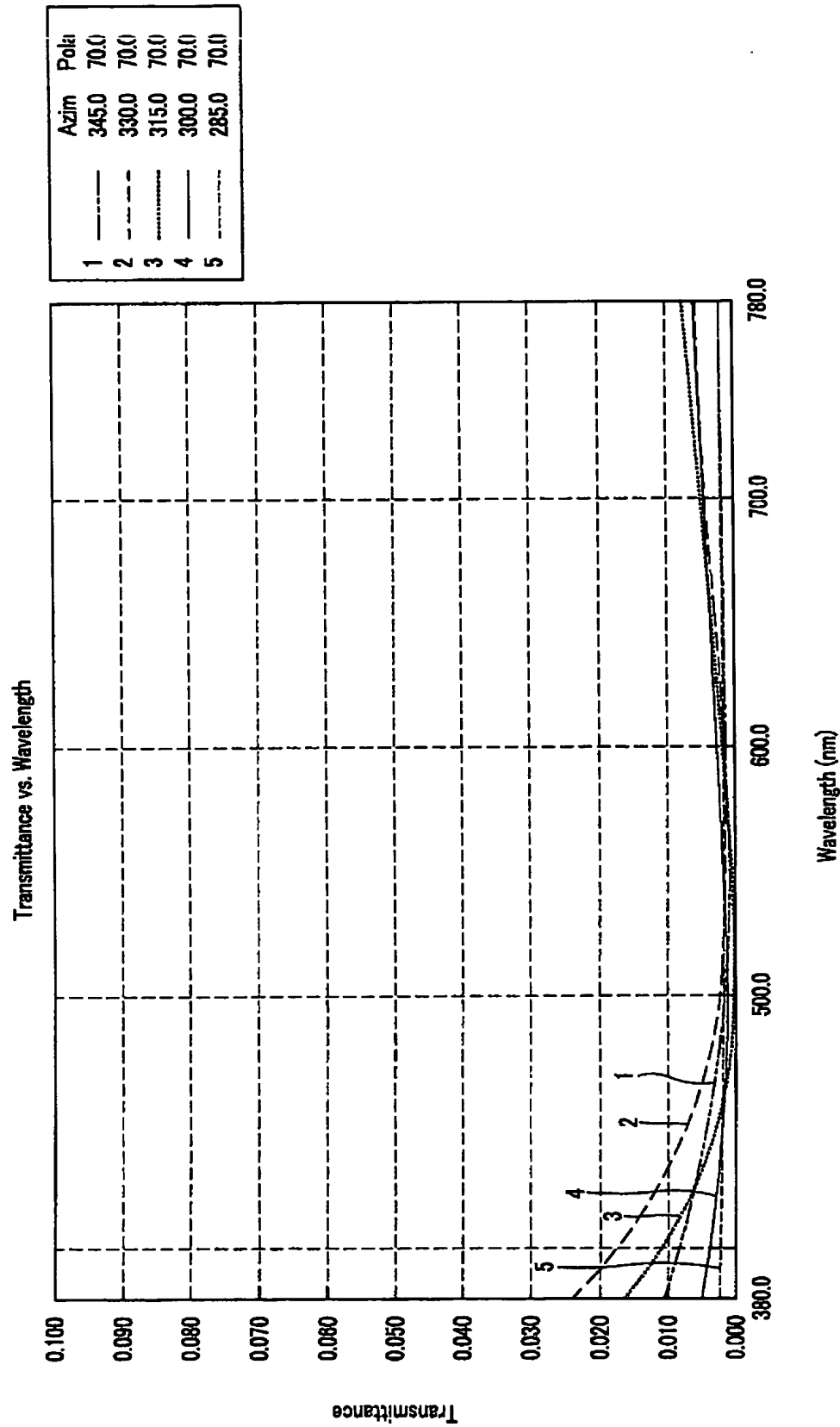
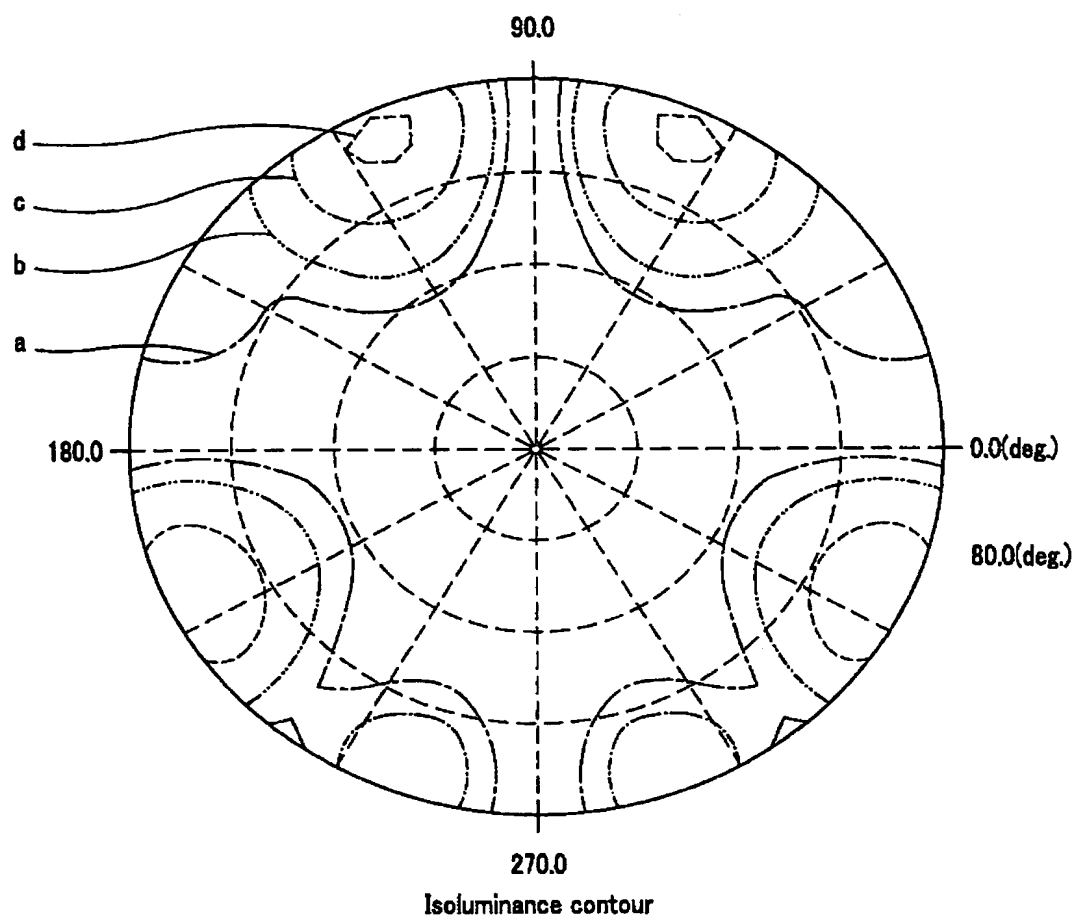


FIG.31

[図32]



| | | |
|---|-------|----------|
| a | ----- | 0.001000 |
| b | ----- | 0.002000 |
| c | ----- | 0.005000 |
| d | ----- | 0.010000 |

FIG.32

[図33]

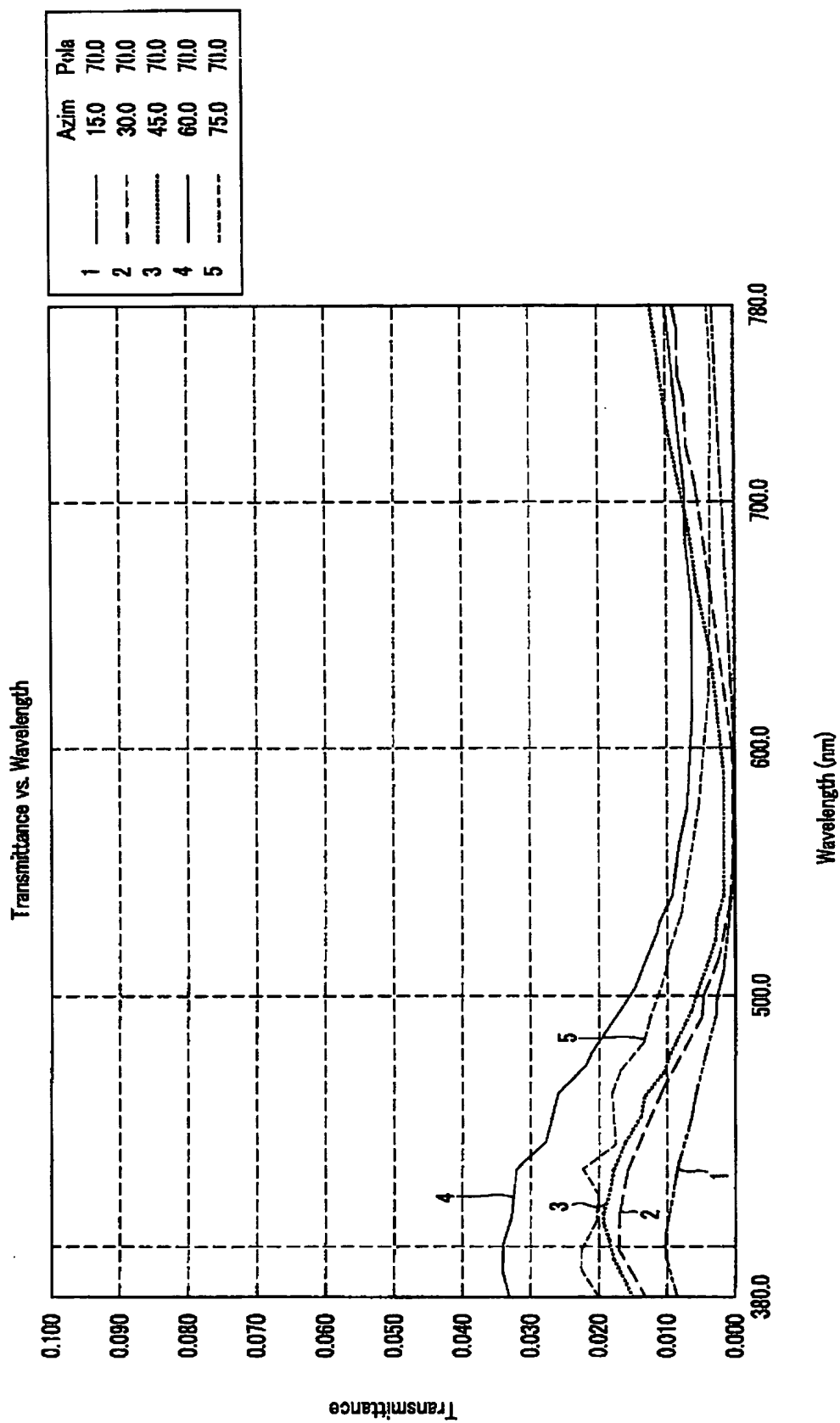


FIG.33

[図34]

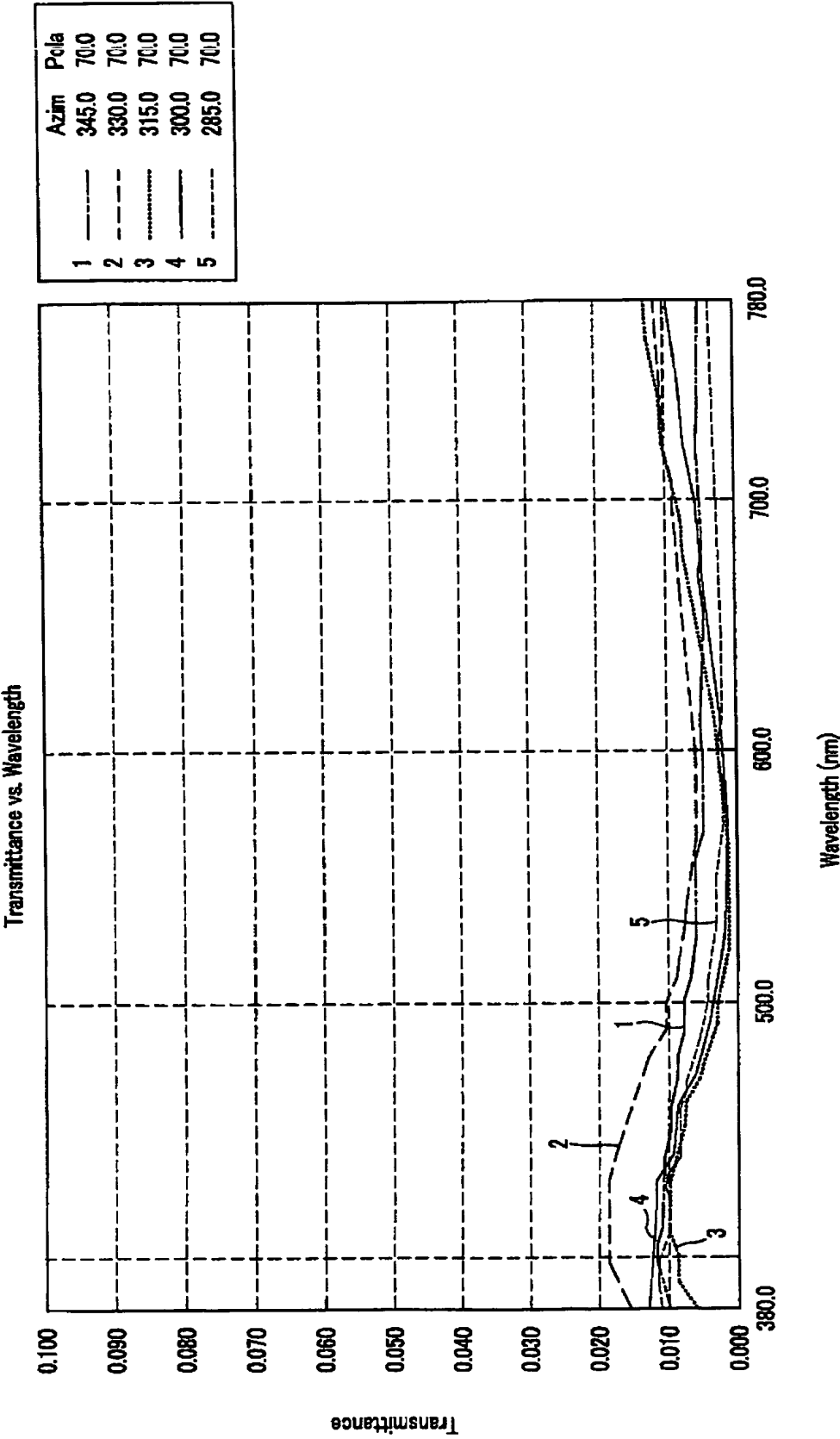
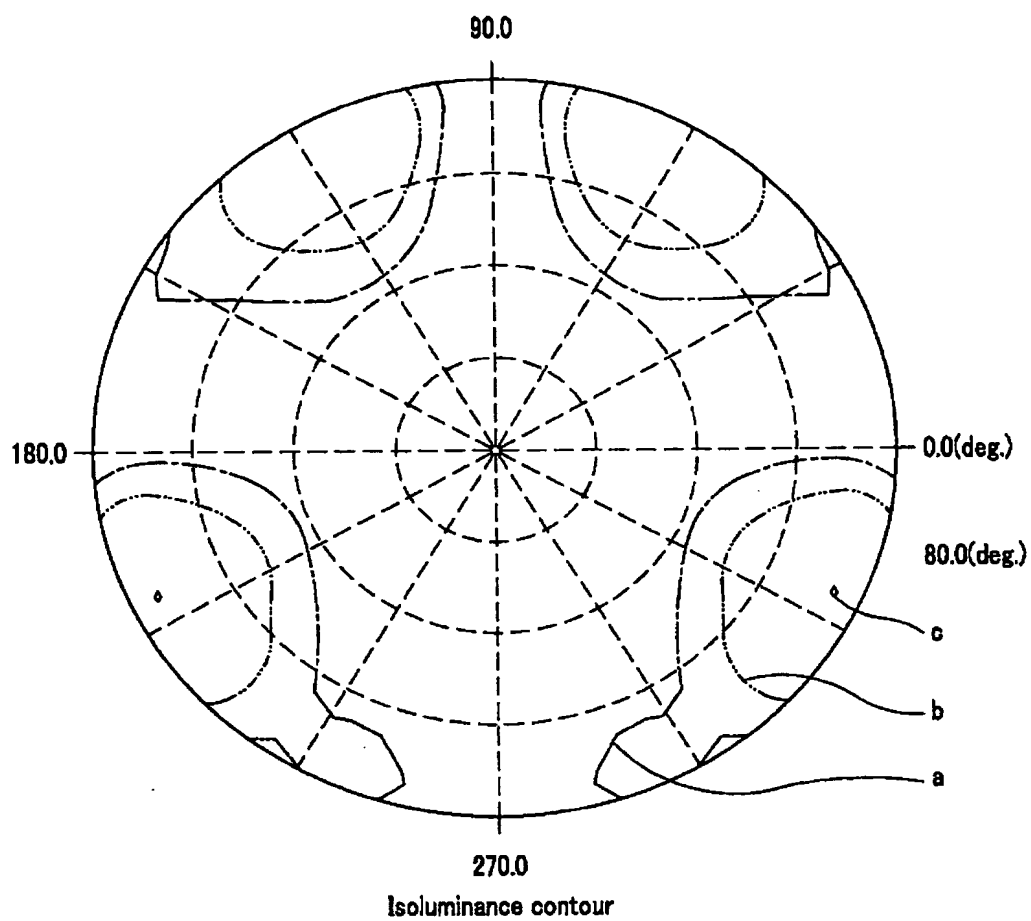


FIG.34

[図35]



| | | |
|---|-------|----------|
| a | ----- | 0.001000 |
| b | ----- | 0.002000 |
| c | ----- | 0.005000 |
| d | ----- | 0.010000 |

FIG.35

[図36]

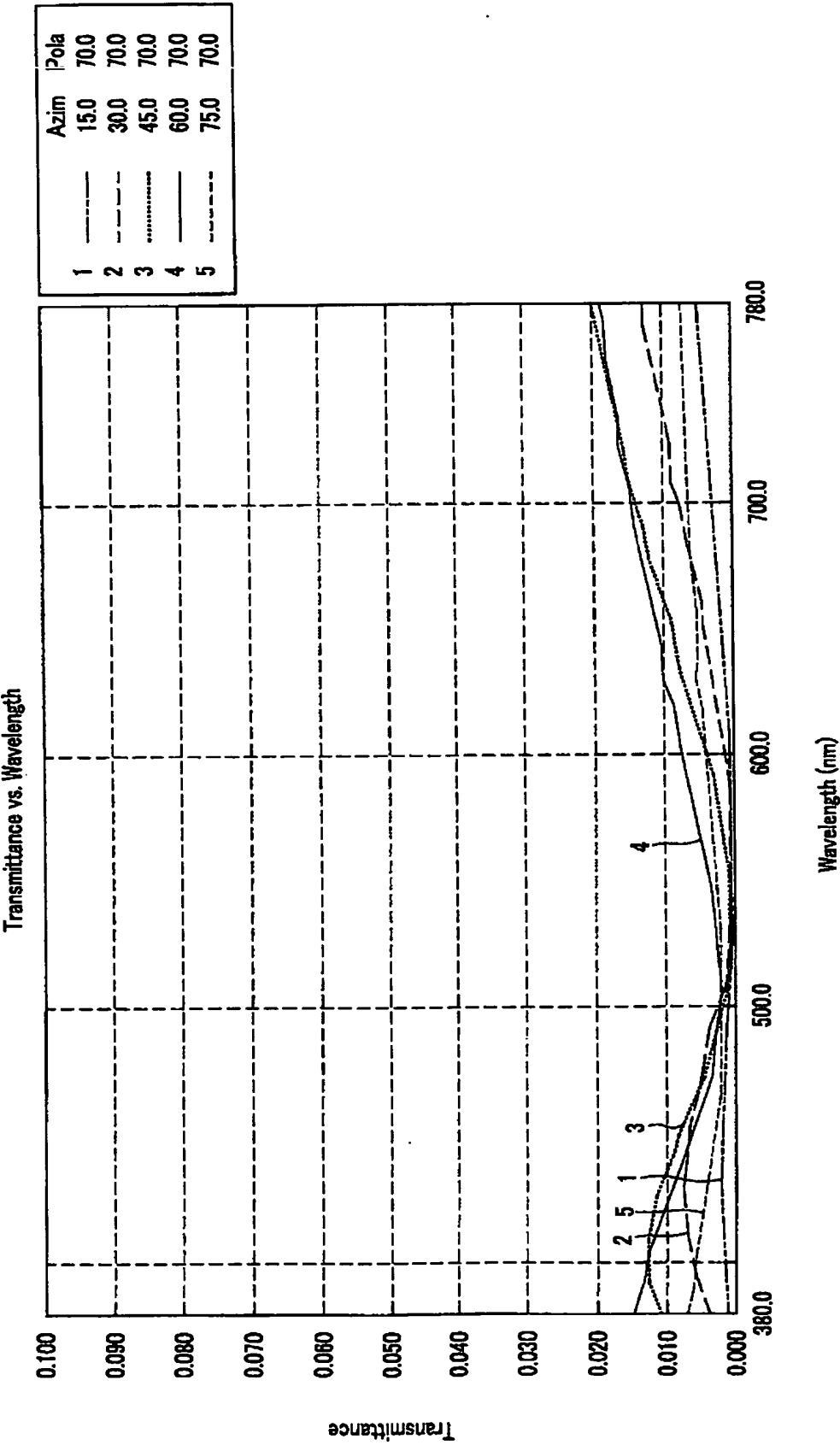


FIG.36

[図37]

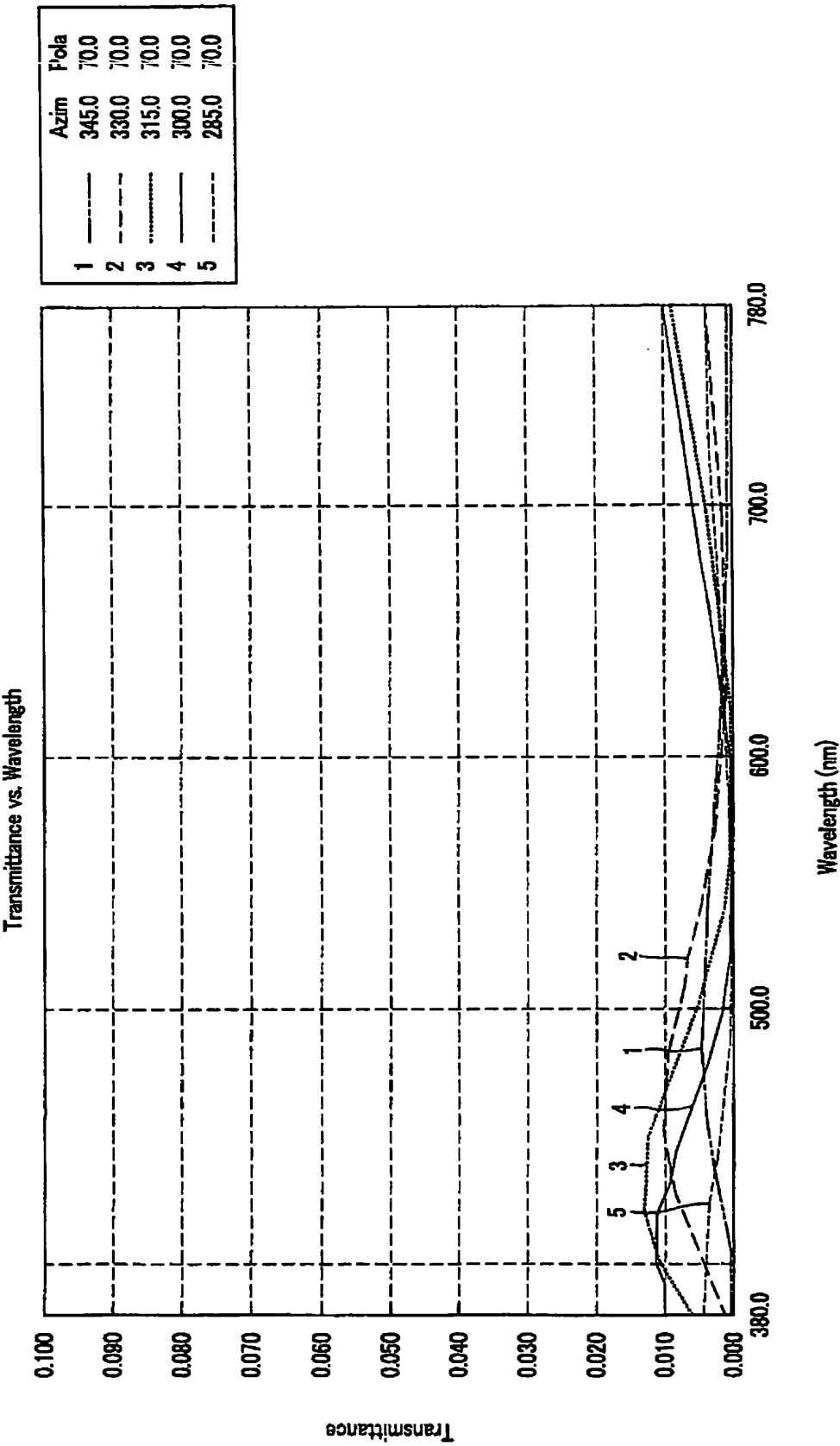
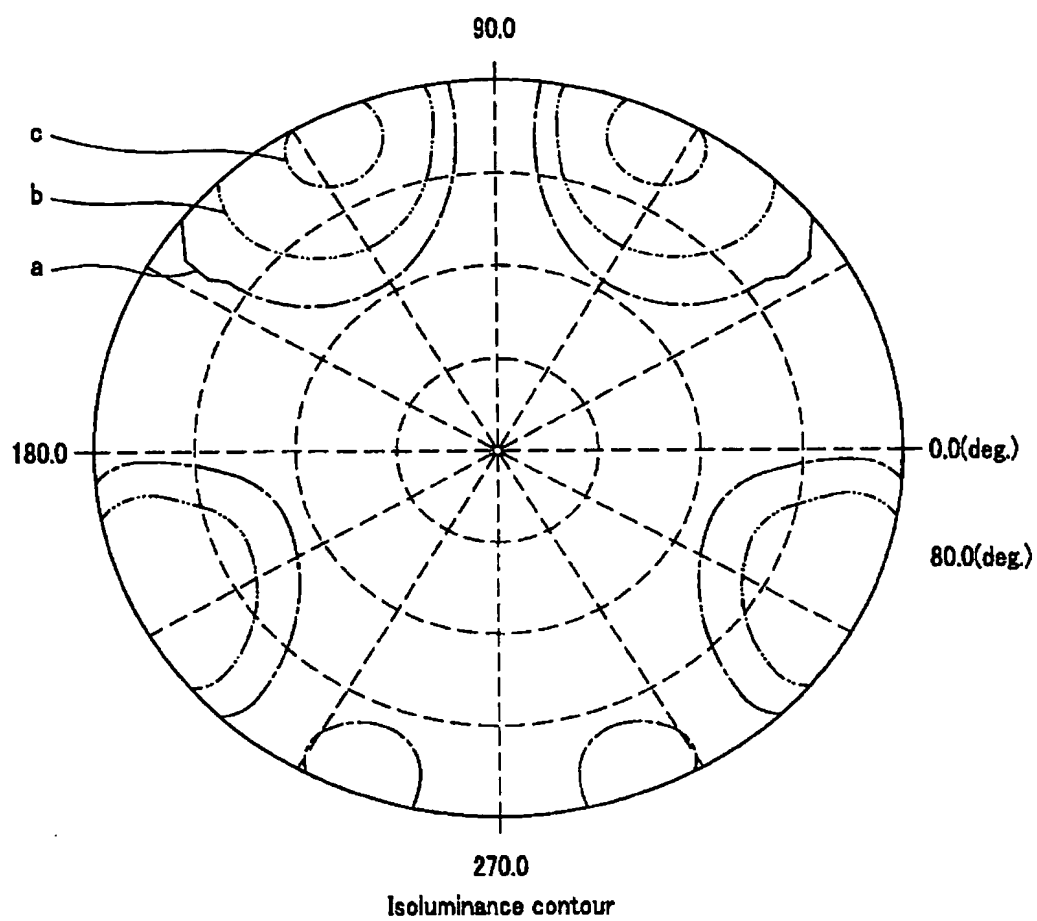


FIG.37

[図38]



| | | |
|---|-------|----------|
| a | ----- | 0.001000 |
| b | ----- | 0.002000 |
| c | ----- | 0.005000 |
| d | ----- | 0.010000 |

FIG.38

[図39]

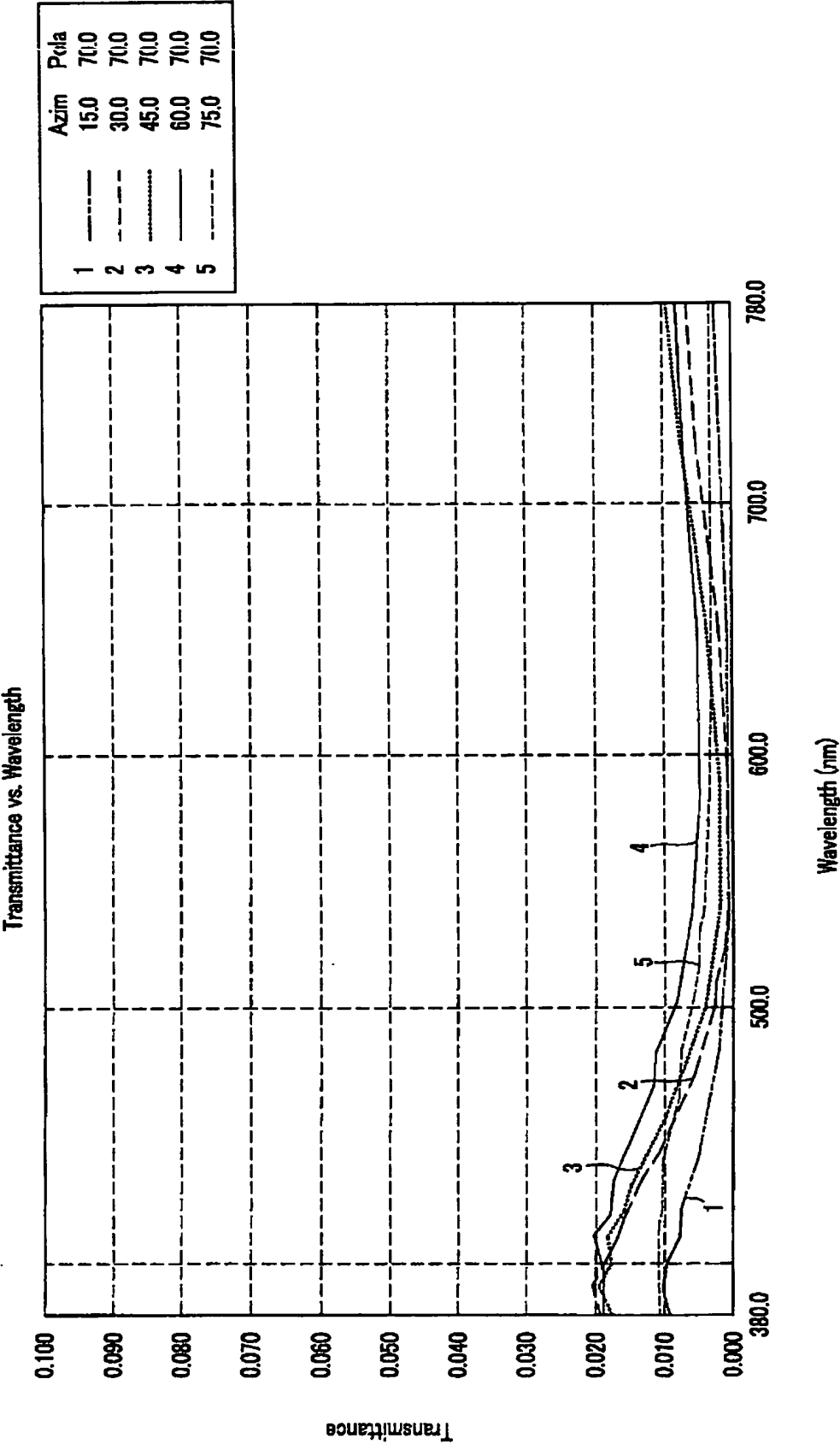


FIG.39

[図40]

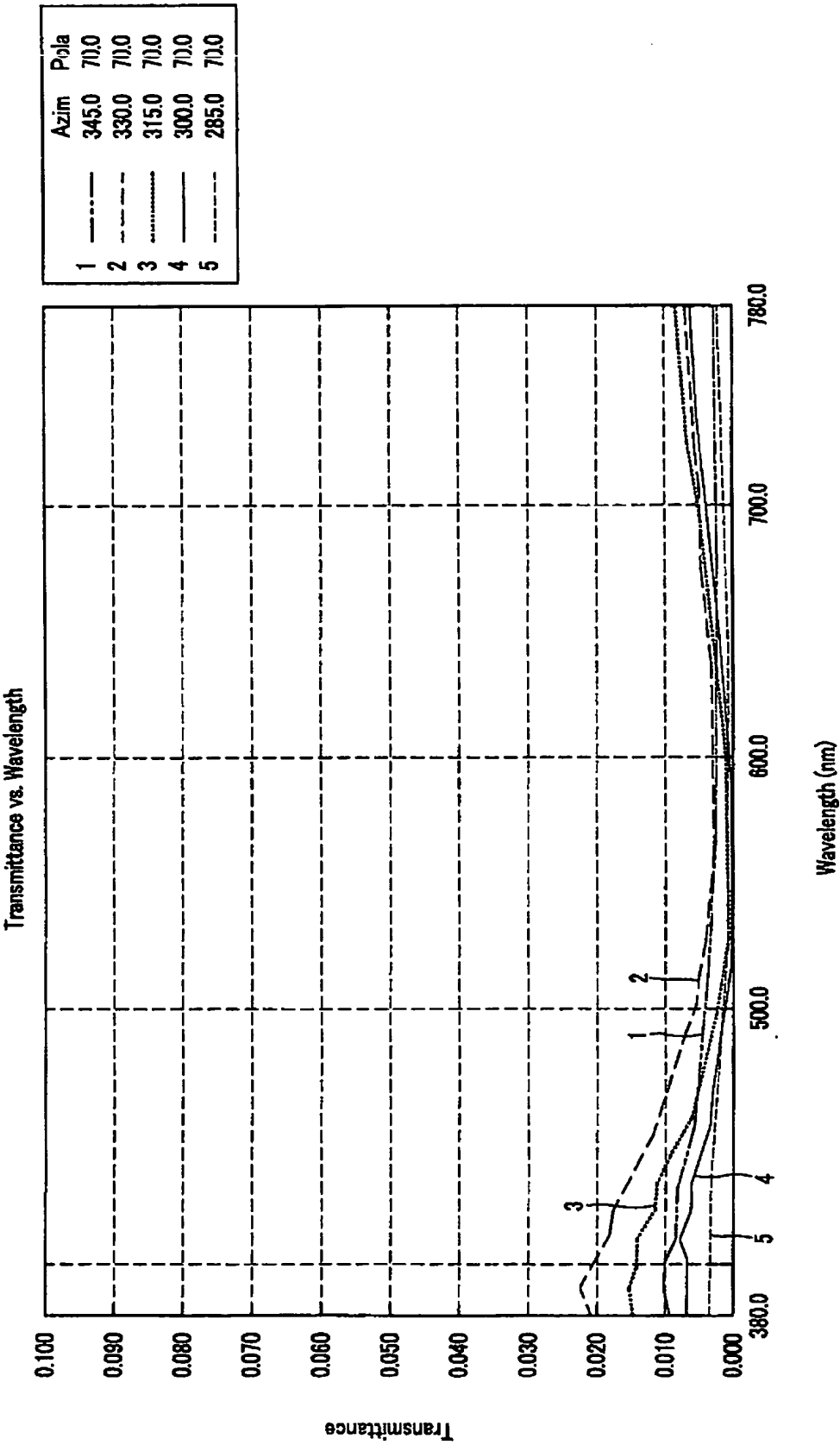


FIG.40

[図41]

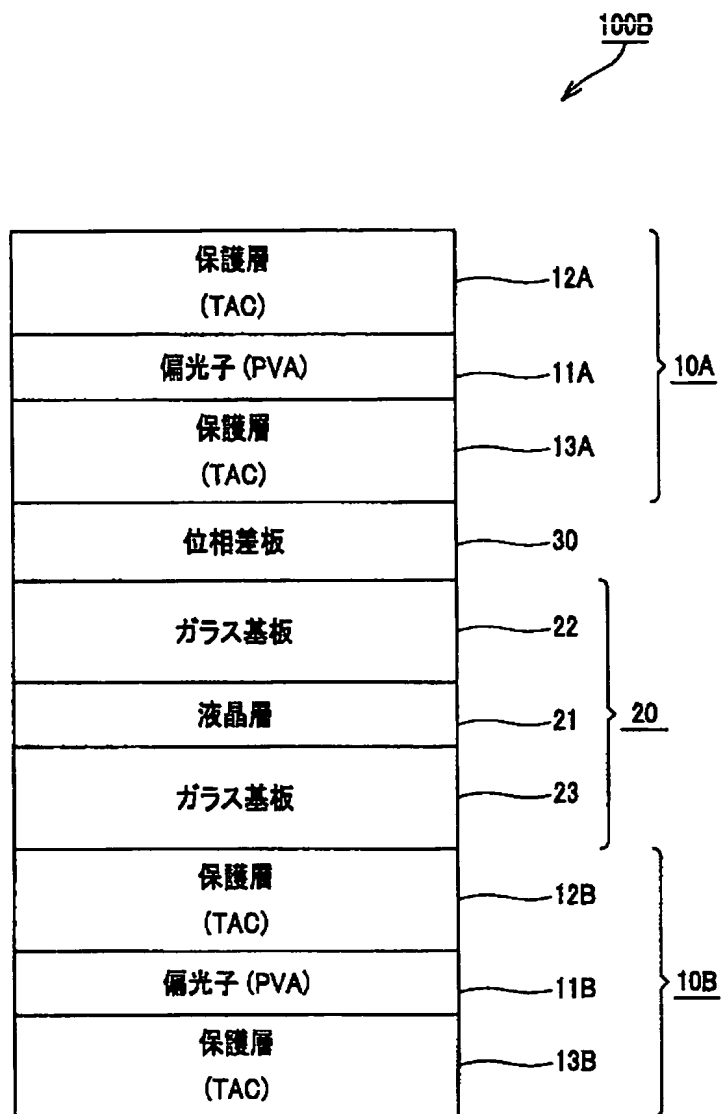


FIG.41

[図42]

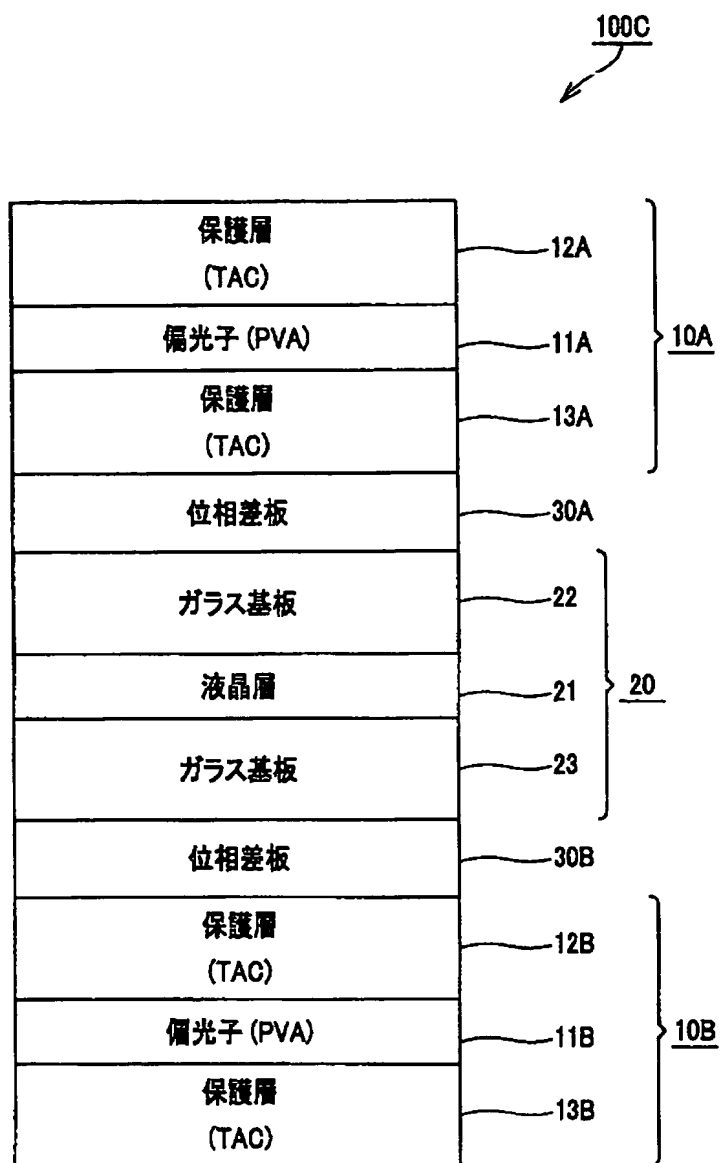
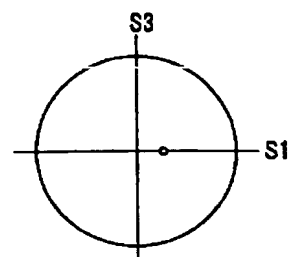
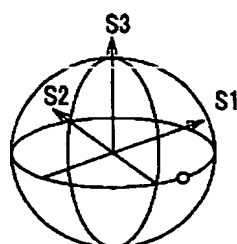
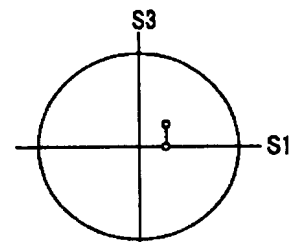
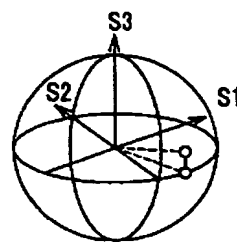
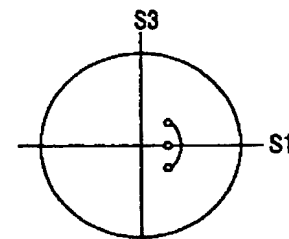
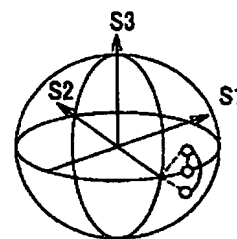
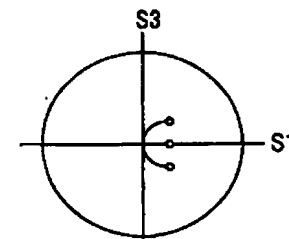
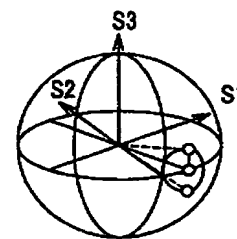
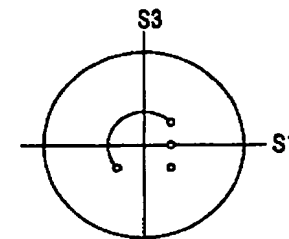
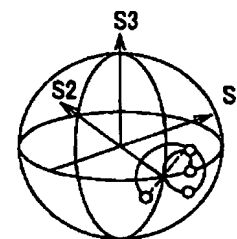
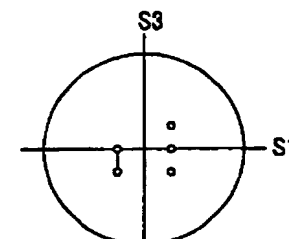
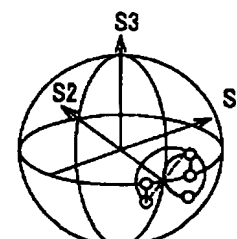


FIG.42

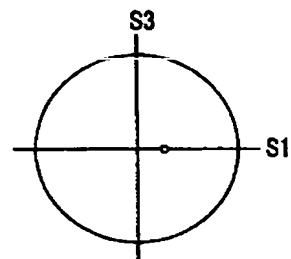
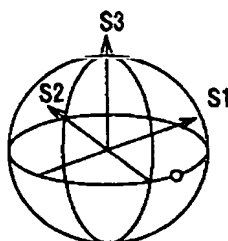
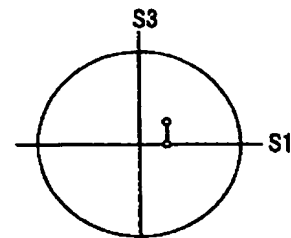
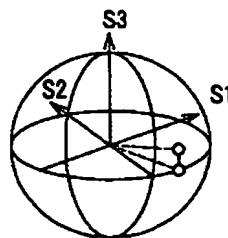
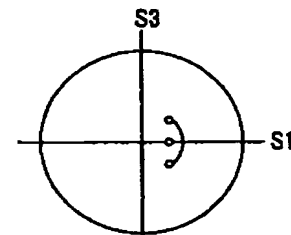
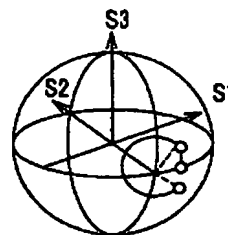
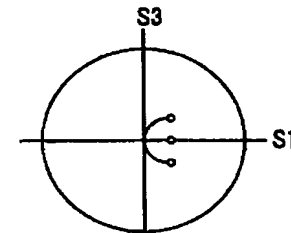
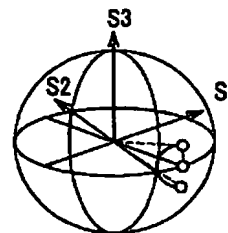
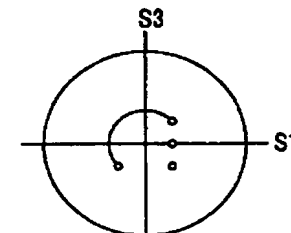
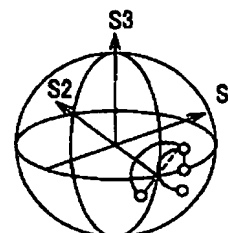
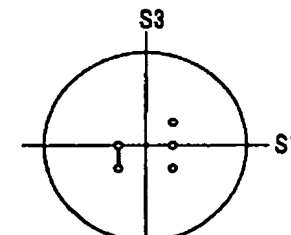
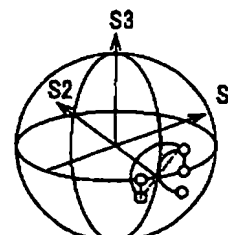
[図43]

FIG43A入射偏光子
通過後**FIG43B**入射偏光板TAC
通過後**FIG43C**位相差板
1通過後**FIG43D**IPS 液晶層
通過後**FIG43E**位相差板
2通過後**FIG43F**出射偏光板TAC
通過後

斜視図

S2 方向から見た図

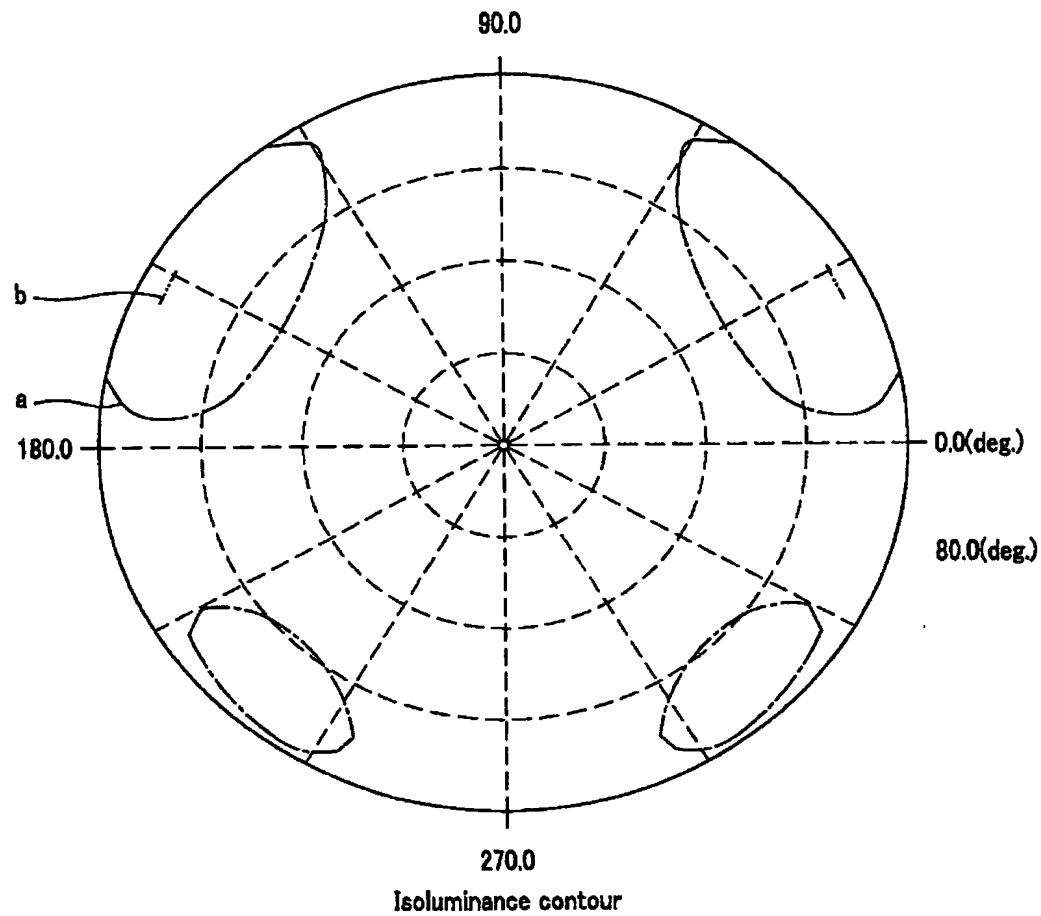
[図44]

FIG44A入射偏光子
通過後**FIG44B**入射偏光板TAC
通過後**FIG44C**位相差板
1通過後**FIG44D**IPS 液晶層
通過後**FIG44E**位相差板
2通過後**FIG44F**出射偏光板TAC
通過後

斜視図

S2 方向から見た図

[図45]



| | | |
|---|-------|----------|
| a | ----- | 0.001000 |
| b | ----- | 0.002000 |
| c | ----- | 0.005000 |
| d | ----- | 0.010000 |

FIG.45

[図46]

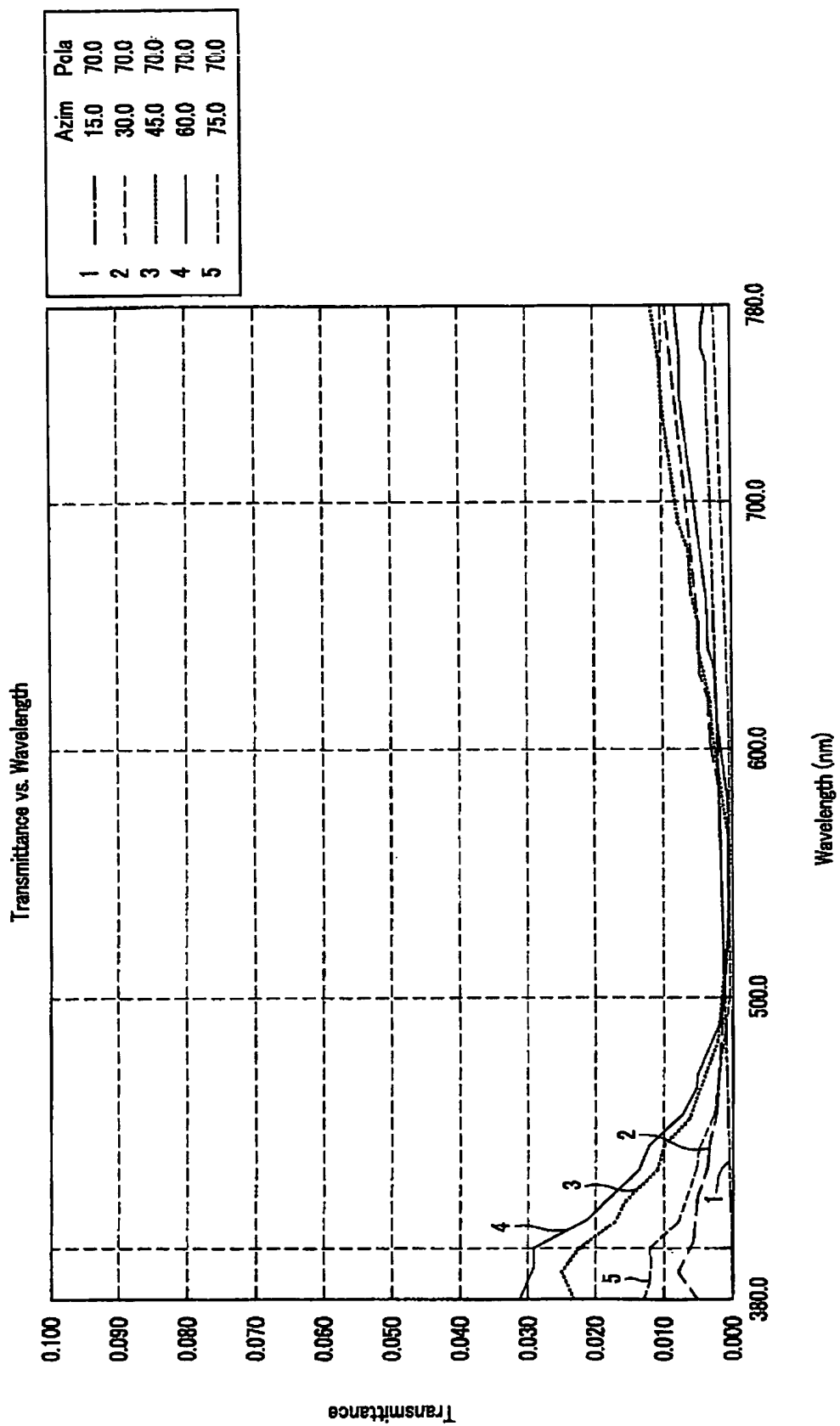


FIG.46

[図47]

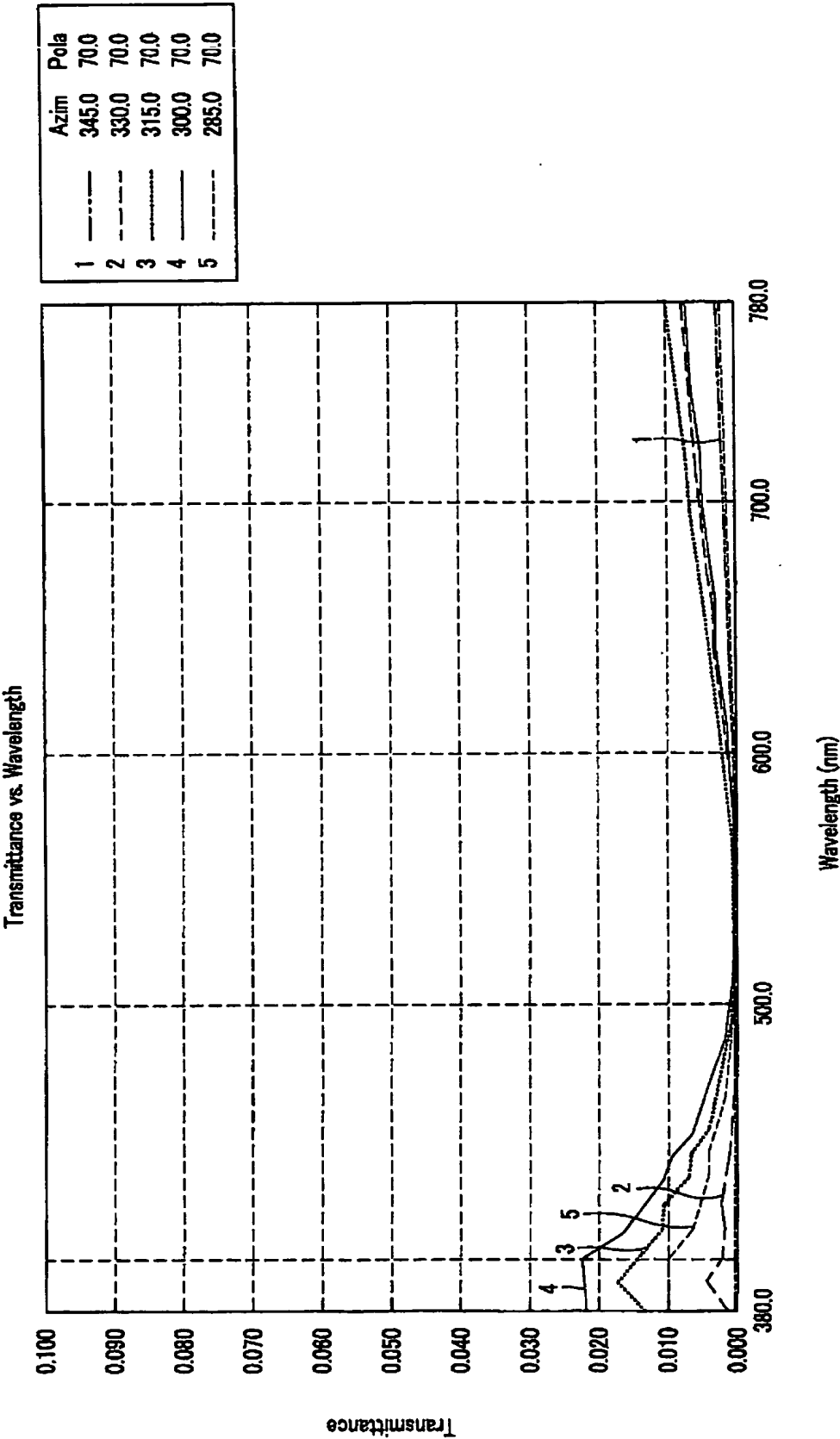
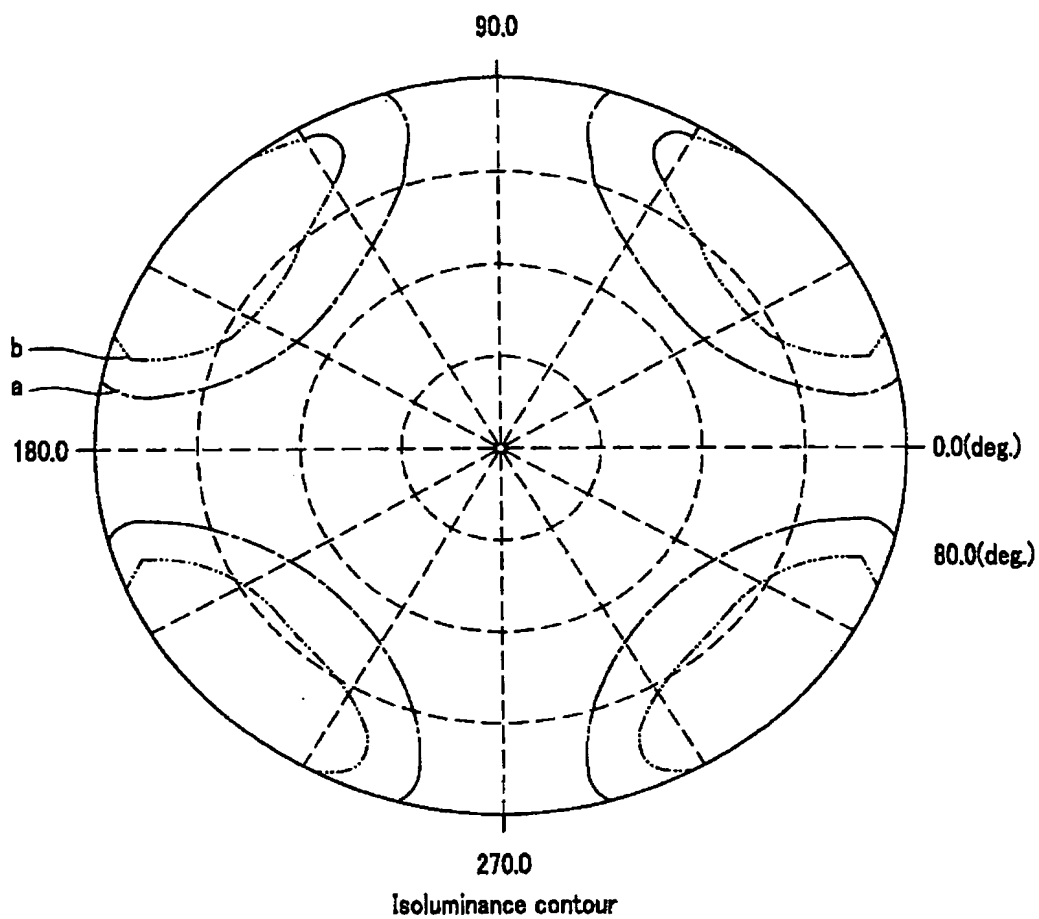


FIG.47

[図48]



| | | |
|---|-------|----------|
| a | ----- | 0.001000 |
| b | ----- | 0.002000 |
| c | ----- | 0.005000 |
| d | ----- | 0.010000 |

FIG.48

[49]

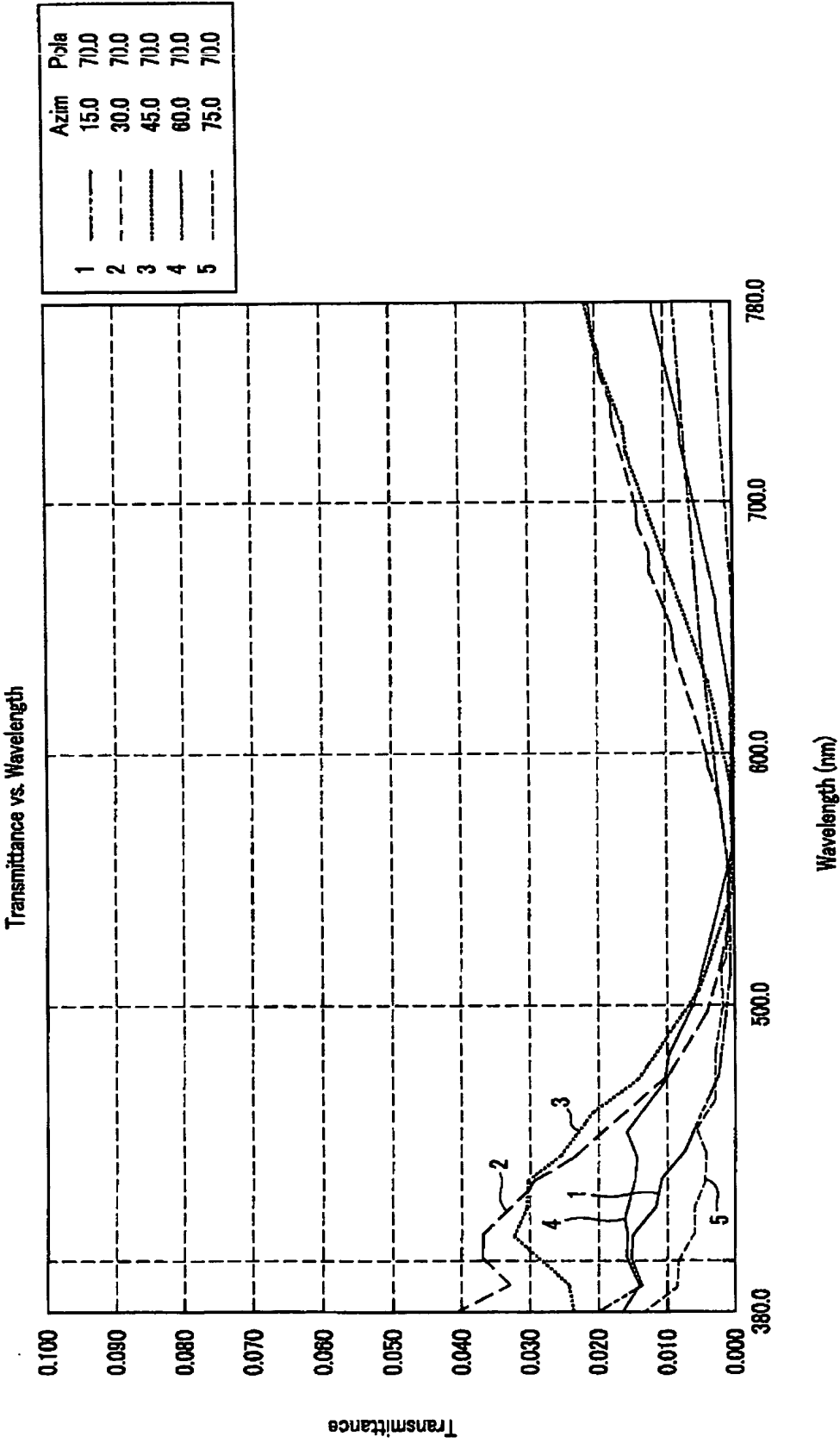


FIG.49

[図50]

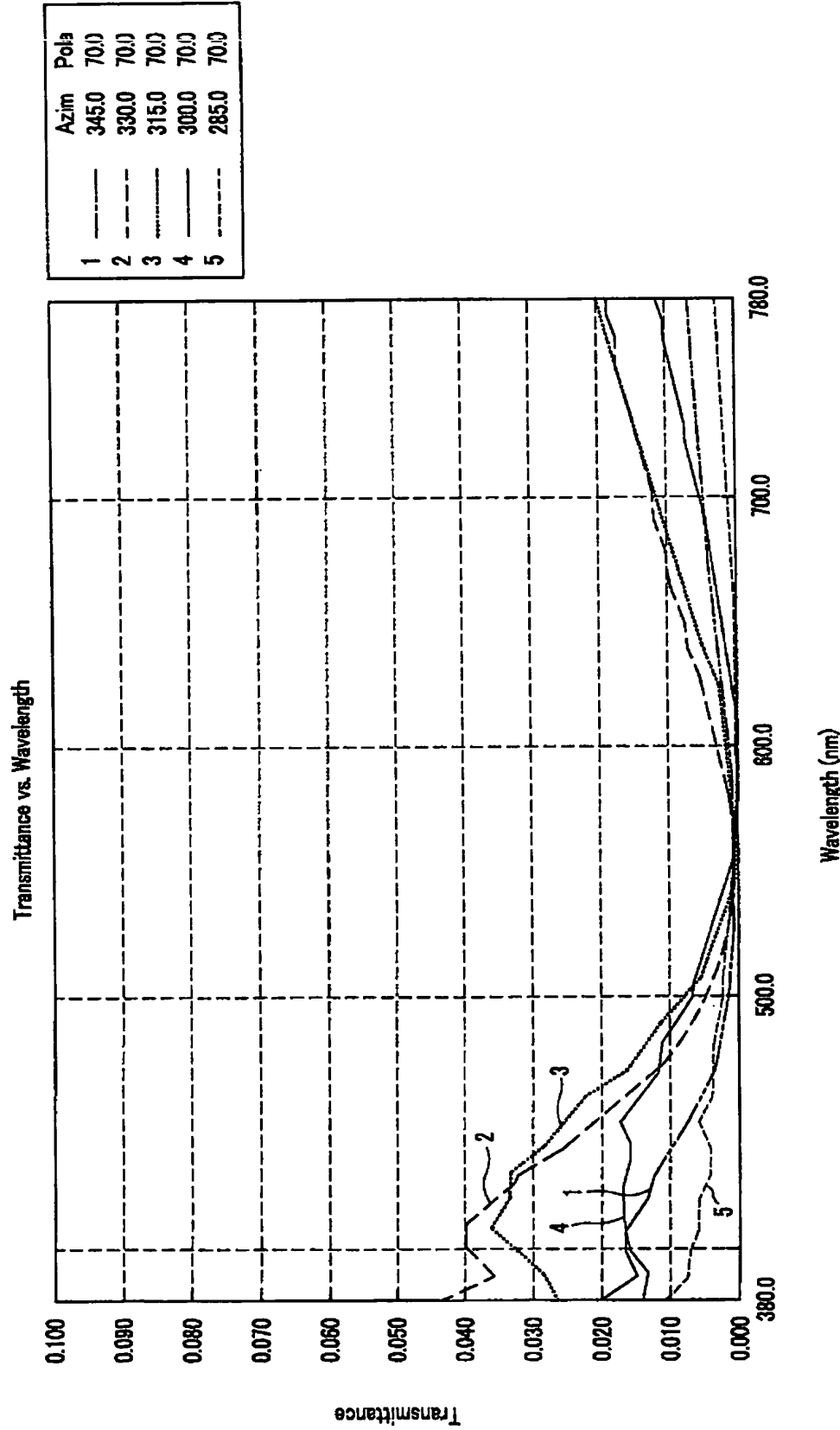
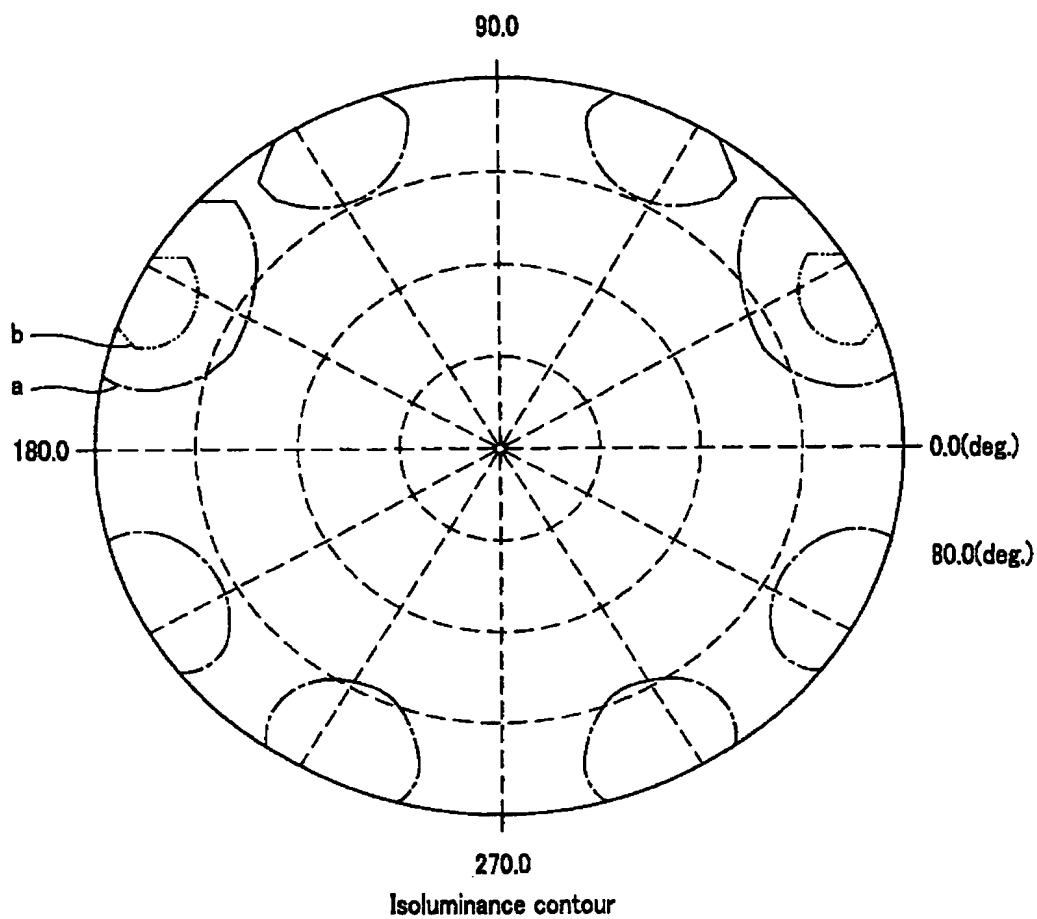


FIG.50

[図51]



| | | |
|---|-------|----------|
| a | ----- | 0.001000 |
| b | ----- | 0.002000 |
| c | ----- | 0.005000 |
| d | ----- | 0.010000 |

FIG.51

[52]

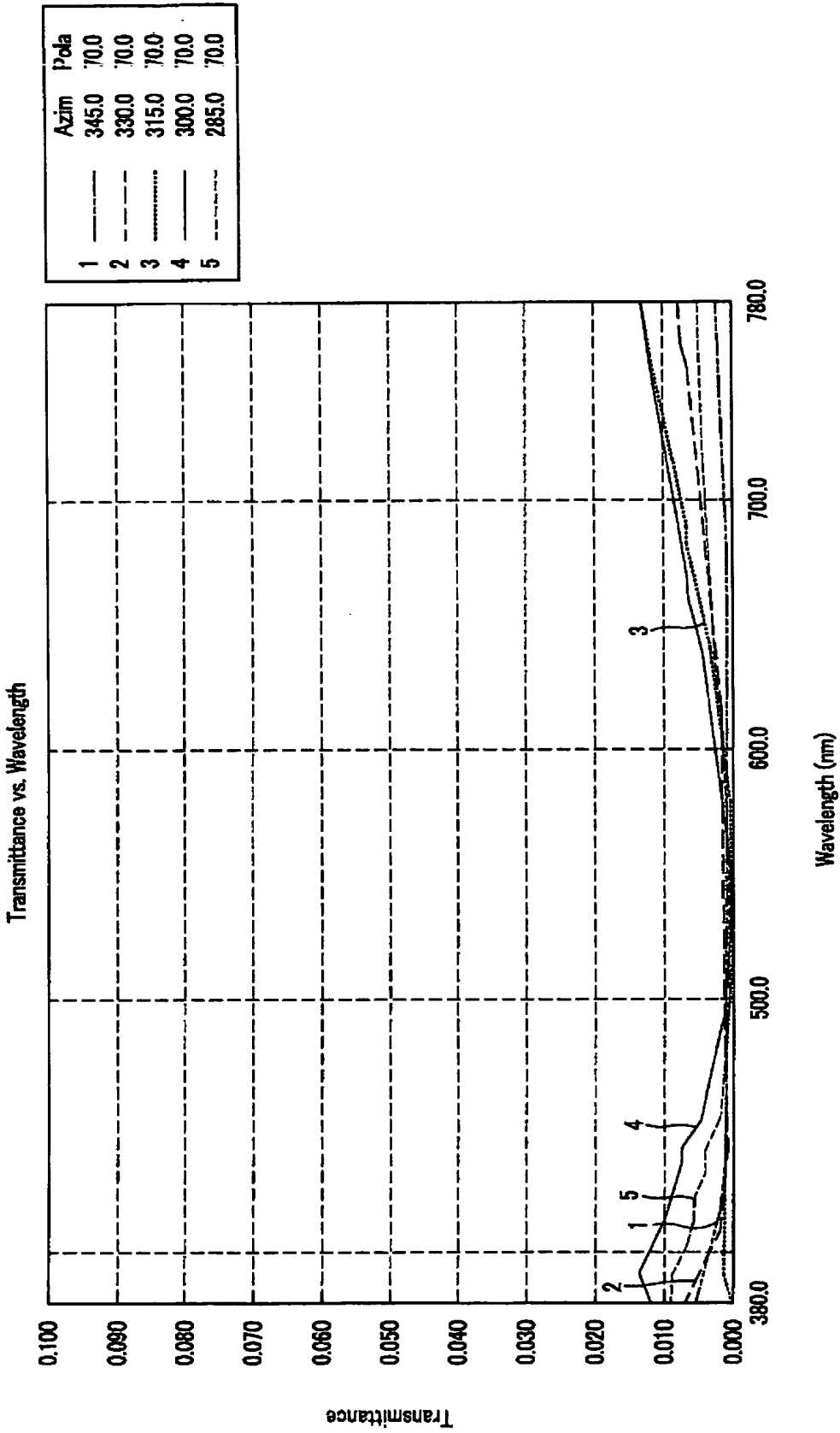


FIG.52

[53]

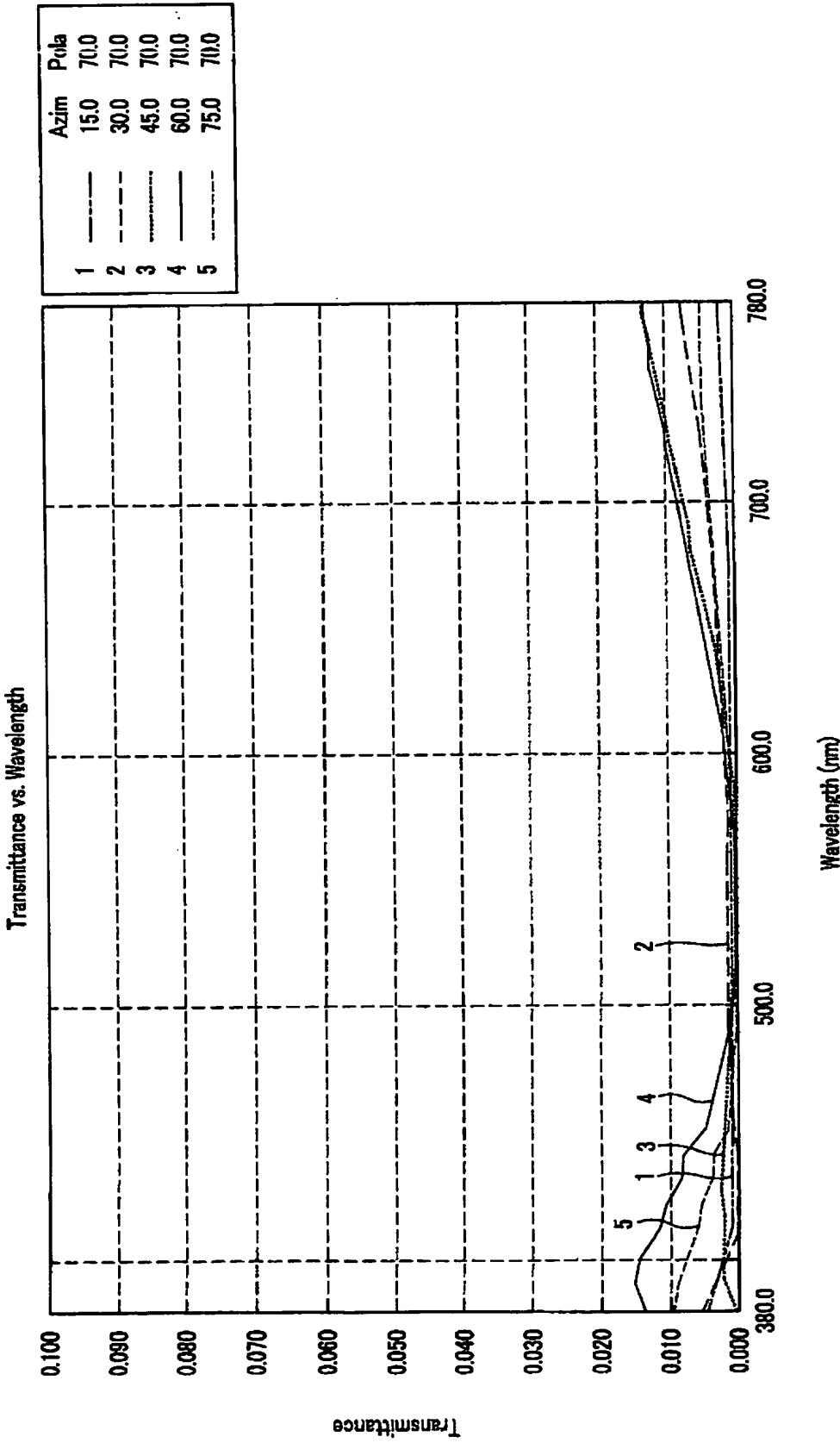


FIG.53

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011489

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl ⁷ G02F1/13363, G02B5/30 | | |
|--|--|---|
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | |
| B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl ⁷ G02F1/13363, G02B5/30 | | |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004 | | |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| X | JP 2002-148661 A (Sharp Corp.), 22 May, 2002 (22.05.02), Full text; all drawings (Family: none) | 1-2 |
| X | JP 2002-72215 A (Sharp Corp.), 12 March, 2002 (12.03.02), Full text; all drawings (Family: none) | 1-2 |
| P, X | JP 2004-157523 A (Nitto Denko Corp.), 03 June, 2004 (03.06.04), Full text; all drawings & WO 2004/036273 A1 | 1-4, 11, 16 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex. | | |
| * Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family | | |
| Date of the actual completion of the international search 03 September, 2004 (03.09.04) | | Date of mailing of the international search report 21 September, 2004 (21.09.04) |
| Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office | | Authorized officer |
| Facsimile No. | | Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011489

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| P,X | JP 2003-262870 A (Sharp Corp.), 19 September, 2003 (19.09.03), Full text; all drawings & US 2003/0169390 A1 & KR 2003/074299 A & CN 1487339 A | 1-2, 4 |
| P,X | JP 2003-262872 A (Sharp Corp.), 19 September, 2003 (19.09.03), Full text; all drawings & WO 2003/077020 A1 & US 2004/0114080 A1 & AU 2003/211481 A1 | 1-2, 4 |
| P,X | JP 2003-262869 A (Sharp Corp.), 19 September, 2003 (19.09.03), Full text; all drawings & US 2003/0169391 A1 & KR 2003/074323 A & CN 1487340 A | 1-2 |
| A | JP 2000-39610 A (International Business Machines Corp.), 08 February, 2000 (08.02.00), Full text; all drawings & US 6339460 B1 & TW 502127 B & KR 2000/011285 A | 1-18 |
| A | JP 2002-258041 A (Nitto Denko Corp.), 11 September, 2002 (11.09.02), Full text; all drawings & US 2002/0149726 A1 & TW 528882 B & CN 1374549 A & KR 2002/070856 A | 1-18 |
| A | JP 2002-196138 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 10 July, 2002 (10.07.02), Full text; all drawings & US 2002/0149725 A1 | 1-18 |

| | | | |
|---|--|--|--|
| A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ G02F1/13363, G02B5/30 | | | |
| B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ G02F1/13363, G02B5/30 | | | |
| 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004年 | | | |
| 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語) | | | |
| C. 関連すると認められる文献 | | | |
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 | |
| X | J P 2002-148661 A (シャープ株式会社) 2002.05.22, 全文, 全図 (ファミリーなし) | 1-2 | |
| X | J P 2002-72215 A (シャープ株式会社) 2002.03.12, 全文, 全図 (ファミリーなし) | 1-2 | |
| P, X | J P 2004-157523 A (日東電工株式会社) 2004.06.03, 全文, 全図 & WO 2004/036 273 A1 | 1-4, 11, 16 | |
| <input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。 | | | |
| * 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 | | の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献 | |
| 国際調査を完了した日 03.09.2004 | | 国際調査報告の発送日 21.9.2004 | |
| 国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 | | 特許庁審査官 (権限のある職員) 藤田 都志行 電話番号 03-3581-1101 内線 3293 | |

| C (続き) . 関連すると認められる文献 | | |
|-----------------------|--|------------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| P, X | JP 2003-262870 A (シャープ株式会社) 2003. 09. 19, 全文, 全図 & US 2003/016 9390 A1 & KR 2003/074299 A & C N 1487339 A | 1-2, 4 |
| P, X | JP 2003-262872 A (シャープ株式会社) 2003. 09. 19, 全文, 全図 & WO 2003/0770 20 A1 & US 2004/0114080 A1 & A U 2003/211481 A1 | 1-2, 4 |
| P, X | JP 2003-262869 A (シャープ株式会社) 2003. 09. 19, 全文, 全図 & US 2003/0169 391 A1 & KR 2003/074323 A & CN 1487340 A | 1-2 |
| A | JP 2000-39610 A (インターナショナル・ビジネス ・マシーンズ・コーポレーション) 2000. 02. 08, 全文, 全図 & US 6339460 B 1 & TW 502127 B & KR 2000/0112 85 A | 1-18 |
| A | JP 2002-258041 A (日東電工株式会社) 2002. 09. 11, 全文, 全図 & US 2002/0149 726 A1 & TW 528882 B & CN 1374 549 A & KR 2002/070856 A | 1-18 |
| A | JP 2002-196138 A (富士写真フイルム株式会社) 2002. 07. 10, 全文, 全図 & US 2002/0149 725 A1 | 1-18 |